

**UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**  
**CARRERA DE INGENIERÍA EN RECURSOS NATURALES Y AMBIENTE**

**TRABAJO DE TITULACION**  
**PREVIA A LA OBTENCIÓN DE TÍTULO DE**  
**INGENIERO EN RECURSOS NATURALES Y AMBIENTALES**

**TEMA**

**CARACTERIZACIÓN DEL AGUA ENTUBADA PARA CONSUMO HUMANO EN  
LA COMUNA DE MANANTIALES DEL CANTÓN MONTECRISTI**

**AUTORES**

**PIERRE GONZALES CABO**  
**STEVEN TELLO SASAHUAY**

**TUTOR DE TESIS**

**ING. XAVIER ANCHUNDIA M.S.C**

**MANTA- MANABÍ- ECUADOR**  
**2016**

## **DERECHO DE AUTORIA**

*Los resultados, discusión, conclusiones y demás partes de esta investigación son de exclusiva propiedad y responsabilidad de sus autores.*

*Permitida la reproducción parcial si se cita la fuente.*

*Pierre Gonzales Cabo  
Steven Tello Sasahuay*

## **CERTIFICACIÓN DEL TUTOR**

En calidad de tutor del proyecto de investigación **“Caracterización del agua entubada para consumo humano en la comuna de Manantiales del cantón Montecristi”**

Certificó: Haber orientado y supervisado el trabajo de investigación, el mismo que es producto de la dedicación y perseverancia de los autores, dejó constancia que reúne los requisitos y méritos necesarios para ser sometidos a la evaluación del Jurado Examinador que el Consejo de Facultad Ciencias Agropecuarias designen.

Ing. Xavier Anchundia Mg.Sc

**TUTOR DE TESIS**

**UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**  
**CARRERA DE INGENIERÍA EN RECURSOS NATURALES Y**  
**AMBIENTALES**

Sometido a consideración del tribunal examinador con el tema:  
**“Caracterización del agua entubada para consumo humano en la comuna de Manantiales del cantón Montecristi”** para su análisis y aprobación.

..... Ing. Jimmy Cevallos Mg. Sc                      TRIBUNAL

..... Blgo. Abraham Velásquez Mg. Sc                      TRIBUNAL

..... Ph.D. Dayanara Macías Mayorga                      TRIBUNAL

**Manta-Manabí-Ecuador**  
**2016**

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios, en primer lugar, por habernos dado la fuerza, la sabiduría y la guía para este trabajo, siempre con esmero y fe, a nuestros padres y familiares por su apoyo incondicional en todo momento. A nuestros amigos incondicionales que nos colaboraron y siempre nos apoyaron. Personas que nunca nos dejaron dar por vencidos.

A la Universidad laica Eloy Alfaro de Manabí y a su vez a la Facultad de Ciencias Agropecuarias que nos dio la oportunidad de crecer profesionalmente y como personas en estos años inculcándonos conocimientos técnicos, éticos y morales, brindándonos siempre sus servicios.

Al municipio de Montecristi y la junta comunal de Manantiales, por brindar su apoyo y ser nuestro soporte para realizar y culminar con éxito este proyecto investigativo.

A nuestro tutor de tesis Ing. Xavier Anchundia por su apoyo, sus conocimientos, su excelente dirección y desarrollo de tesis, y en manera muy especial a los miembros del tribunal Dra. Dayanara Macías, Ing. Jimmy Cevallos, Blgo. Abraham Velásquez, por el apoyo académico en este tiempo estudiantil y en la realización de este presente trabajo de investigación.

Pierre Gonzales Cabo  
Steven Tello Sasahuay

## DEDICATORIA

*Cumplir con esta meta y este sueño es lo más gratificante, pero esto no se hubiera podido lograr sin el apoyo y la base de personas que quiero mucho. A mi amigo, consejero y Todopoderoso testigo de innumerables noches Chava, que nunca me abandonado y siempre está conmigo. Y dedico de manera muy especial este presente trabajo a mis padres y mis hermanos que siempre me apoyaron con sus consejos, y de manera muy única a mi abuelita Marujita que, aunque no esté ahora con nosotros, espero esté muy orgullosa. A mi novia, amiga y compañera de vida durante mucho tiempo. Personas que son el pilar fundamental de mi vida, mi formación y la base de mis triunfos.*

*Steven Tello Sasahuay*

*Dedico este proyecto de tesis a todas aquellas personas que, de alguna forma, son parte de su culminación. A mi abuela Raquel Bermúdez que ha estado conmigo a cada paso que doy, cuidándome y dándome fortaleza para continuar. A quienes a lo largo de mi vida han velado por mi bienestar y educación siendo mi apoyo en todo momento depositando su entera confianza en cada reto que se me presentaba sin dudar ni un solo momento en mi inteligencia y capacidad. Es por ello que soy lo que soy ahora. También dedico este proyecto a mis primos Susana Ávila, Axel Cabo, Ángel Cabo y finalmente un eterno agradecimiento a esta prestigiosa universidad la cual me abrió sus puertas y un profundo apoyo preparándome para un futuro competitivo y formándome como personas de bien.*

*Pierre Gonzales Cabo*

# CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS.....	v
DEDICATORIA.....	vi
RESUMEN.....	xiii
ABSTRACT.....	xiv
1 ANTECEDENTES.....	1
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	3
1.2 JUSTIFICACIÓN.....	4
1.3 OBJETIVOS.....	6
1.3.1 Objetivo general.....	6
1.3.2 Objetivos específicos.....	6
1.4 HIPÓTESIS.....	6
2 REVISIÓN DE LITERATURA.....	7
2.1 MARCO LEGAL.....	7
2.1.1 Ley orgánica de recursos hídricos, usos y aprovechamiento del agua.....	7
2.1.2 Texto unificado de legislación secundaria, del ministerio del ambiente (TULSMA).....	8
2.1.3 Normas técnicas ecuatorianas (NTE) INEN 1108: agua potable requisitos.....	9
2.2 MONTECRISTI.....	9
2.2.1 Manantiales.....	10
2.2.1.1 Diagnostico socio económico y situación actual.....	11
2.2.1.2 Población.....	13
2.3 EL AGUA.....	14
2.4 CICLO HIDROLÓGICO.....	15
2.4.1 FASES DEL CICLO HIDROLÓGICO.....	15
2.4.1.1 La evaporación.....	15
2.4.1.2 Evapotranspiración.....	16
2.4.1.3 Precipitación.....	16
2.4.1.4 Retención.....	16
2.4.1.5 Infiltración.....	16
2.4.1.6 Corrientes subterráneas.....	17
2.4.1.7 Escorrentía superficial.....	17
2.5 IMPORTANCIA DEL AGUA.....	17
2.6 FUENTES DE AGUA EN LA TIERRA.....	17
2.7 ORIGEN DEL AGUA SUBTERRÁNEA.....	18
2.7.1 Otros orígenes del agua subterránea.....	18
2.7.1.1 Precipitaciones ocultas.....	18
2.7.1.2 Aguas juveniles.....	19
2.7.1.3 Aguas fósiles.....	19
2.7.1.4 Aguas geotermales.....	19
2.7.1.5 Aguas marinas.....	19

2.7.2	Clasificación de aguas subterráneas .....	19
2.7.2.1	Aguas suspendidas.....	19
2.7.2.2	Aguas freáticas.....	20
2.7.2.3	Aguas confinadas .....	20
2.7.2.4	Aguas artesianas .....	20
2.8	CALIDAD DE AGUA SUBTERRÁNEA.....	20
2.9	ACUÍFEROS .....	21
2.9.1.1	Acuíferos Libres .....	21
2.9.1.2	Acuíferos Confinados .....	21
2.9.1.3	Acuíferos Semiconfinados .....	21
2.9.1.4	Acuíferos costeros.....	21
2.10	POZO.....	22
2.10.1	Tipos de pozo .....	22
2.11	FUENTE DE CONTAMINACIÓN DE AGUAS SUBTERRÁNEAS.....	22
2.11.1	Contaminación por actividades domesticas.....	23
2.11.2	Contaminación por actividades agrícolas y ganaderas .....	23
2.11.3	Contaminación por actividades industriales y mineras .....	23
2.11.4	Contaminación por intrusión marina (Natural) .....	23
2.12	DESCRIPCIÓN DE PARÁMETROS DE CALIDAD DE AGUA .....	24
2.12.1	Parámetros de carácter físico.....	24
2.12.1.1	Color .....	24
2.12.1.2	Sabor y olor.....	24
2.12.1.3	Temperatura .....	24
2.12.1.4	Sólidos totales disueltos.....	24
2.12.1.5	Conductividad.....	25
2.12.1.6	Turbidez.....	25
2.12.2	Parámetros de carácter químico .....	25
2.12.2.1	Alcalinidad.....	25
2.12.2.2	pH .....	25
2.12.2.3	Dureza.....	25
2.12.2.4	Cloro residual.....	25
2.12.2.5	Ortofosfatos .....	26
2.12.2.6	Amonio .....	26
2.12.2.7	Salinidad .....	26
2.12.3	Parámetros de carácter microbiológico .....	26
2.12.3.1	Coliformes totales .....	26
2.13	ENFERMEDADES POR CONTAMINACIÓN DEL AGUA.....	27
2.13.1	Bacterias.....	27
2.13.2	Parásitos .....	28



2.13.3	Virus.....	28
2.13.4	Químicos .....	28
2.14	DATOS RECOPIRADOS DEL CENTRO DE SALUD DE “MANANTIALES” .....	29
2.15	AGUA POTABLE .....	31
2.16	ESTACIÓN DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE (ETAP).....	31
2.16.1	Tipos de planta ETAP .....	32
2.16.1.1	ETAP de tecnología convencional.....	32
2.16.1.2	ETAP de filtración directa .....	32
2.16.1.3	ETAP de filtración en múltiples etapas (FIME) .....	32
2.17	AGUA ENTUBADA .....	32
2.17.1	Importancia del agua entubada.....	33
2.18	CLORACIÓN .....	33
2.19	PROPIEDADES HIDROLOGÍCAS DE LA LAS ROCAS .....	33
2.19.1	Porosidad.....	34
2.19.2	Permeabilidad.....	34
2.20	GEOMORFOLOGÍA.....	34
2.21	LITOLOGÍA .....	35
2.22	EDUCACIÓN AMBIENTAL.....	37
3	MATERIALES Y MÉTODOS.....	38
3.1	UBICACIÓN ÁREA DE ESTUDIO .....	38
3.2	CARACTERÍSTICAS CLIMATOLÓGICAS .....	38
3.2.1	Clima .....	38
3.2.2	Precipitación .....	39
3.2.3	Temperatura.....	39
3.2.4	Humedad.....	39
3.2.5	Altitud.....	39
3.2.6	Vientos.....	39
3.3	TIPO DE INVESTIGACION .....	39
3.4	VARIABLES .....	40
3.4.1	Variable dependiente .....	40
3.4.2	Variable independiente .....	40
3.5	FACTORES DE ESTUDIO.....	40
3.5.1	Factores.....	40
3.6	NIVELES.....	40
3.7	NÚMERO DE REPETICIONES .....	40
3.8	PUNTOS DE MUESTREO .....	41
3.9	MANEJO EXPERIMENTAL.....	41
3.9.1	Fase técnica .....	42
3.9.2	Metodología de evaluación y recolección de muestras.....	42
3.9.3	Técnica de muestreo .....	42
3.9.3.1	Metodología para tabulación de encuestas.....	43

3.9.4	Fase de estudio .....	43
3.9.4.1	Laboratorio .....	43
3.9.4.2	Análisis físicos químicos y microbiológicos.....	43
4	RESULTADOS .....	47
4.1	Características época lluviosa .....	47
4.2	Características físicas del agua Época seca.....	48
4.2.1	Análisis de los parámetros; color, olor y sabor.....	48
4.2.2	Análisis del parámetro temperatura .....	49
4.2.3	Análisis del parámetro sólidos totales disueltos .....	50
4.2.4	Análisis del parámetro conductividad.....	53
4.2.5	Análisis del parámetro turbidez .....	54
4.3	Características químicas del agua Época seca.....	57
4.3.1	Análisis del parámetro alcalinidad.....	57
4.3.2	Análisis del parámetro pH .....	58
4.3.3	Análisis del parámetro Dureza cálcica.....	61
4.3.4	Análisis del parámetro cloro .....	62
4.3.5	Análisis del parámetro ortofosfato.....	65
4.3.6	Análisis del parámetro amonio .....	66
4.3.6.1	Análisis del parámetro salinidad .....	68
4.4	Características microbiológicas del agua Época seca .....	69
4.4.1	Análisis del parámetro coliformes totales.....	69
4.4.2	Comparación del pozo durante época seca y época lluviosa .....	72
5	DISCUSIÓN.....	75
6	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	81
6.1	CONCLUSIONES .....	81
6.2	RECOMENDACIONES.....	82
	BIBLIOGRAFÍA.....	84
	ANEXOS.....	93

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Fuentes de agua en la tierra .....	18
Tabla 2.	Enfermedades producidas por bacterias .....	27
Tabla 3.	Enfermedades y síntomas producidos por protozoos.....	28
Tabla 4	Enfermedades y síntomas producidos por virus .....	28
Tabla 5.	Enfermedades de origen Hídrico por Contaminantes químicos.....	29
Tabla 6.	Fases de manejo experimental.....	41
Tabla 7.	Parámetros a evaluar y método utilizado. ....	43
Tabla 8.	Parámetros físico químicos y microbiológicos Época lluviosa .....	47
Tabla 9.	Resultados de temperatura de las muestras analizadas .....	49
Tabla 10.	Resultados de TDS de las muestras analizadas.....	50

Tabla 11. Porcentaje de aceptación y rechazo de muestra de TDS, según la norma INEN 1108; agua potable requisitos.....	52
Tabla 12. Resultados de conductividad de las muestras analizadas .....	53
Tabla 13. Resultados de turbidez de las muestras analizadas.....	54
Tabla 14. Porcentaje de aceptación y rechazo de muestra de turbidez, según la norma INEN 1108; agua potable requisitos.....	56
Tabla 15. Resultados de alcalinidad de las muestras analizadas.....	57
Tabla 16. Resultados de pH de las muestras analizadas .....	58
Tabla 17. Porcentaje de aceptación y rechazo de muestra de pH, normas Tulas .....	60
Tabla 18. Resultados de Dureza de las muestras analizadas.....	61
Tabla 19. Resultados de cloro de las muestras analizadas .....	62
Tabla 20. Porcentaje de aceptación y rechazo de muestra de cloro según la norma INEN 1108; agua potable requisitos.....	64
Tabla 21 . Resultados de ortofosfato de las muestras analizadas.....	65
Tabla 22. Resultados de amonio de las muestras analizadas.....	66
Tabla 23. Resultados de salinidad de las muestras analizadas .....	68
Tabla 24. Resultados de coliformes totales de las muestras analizadas.....	69
Tabla 25. Porcentaje de aceptación y rechazo de muestra de coliformes totales según la norma INEN 1108; agua potable requisitos .....	71
Tabla 26. Tabla comparativa del pozo entre época seca y lluviosa .....	72
Tabla 27. Criterios de calidad para aguas de consumo humano y uso doméstico, Normas Tulsma .....	121
Tabla 28. Características físicas, inorgánicas y radiactivas, Normas INEN: 1108 .....	122
Tabla 29. Tabla comparativa de normas INEN con el TULAS.....	123
Tabla 30. Promedio de los parámetros físico químicos y microbiológicos en punto 1 (pozo).....	124
Tabla 31. resultados de análisis Intal.....	125

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Tipo de Autoidentificación étnica.....	12
Gráfico 2. Campos ocupacionales Manantiales .....	13
Gráfico 3. Pirámide de población.....	14
Gráfico 4. Principales causas de morbilidad en centro de salud de Manantiales enero - diciembre del 2015.....	30
Gráfico 5. Principales causas de morbilidad en centro de salud de Manantiales enero - julio del 2016.....	30
Gráfico 6. Resultados de los parámetros: color, olor y sabor.....	48
Gráfico 7. Resultados estadísticos de temperatura .....	50
Gráfico 8 Resultados estadístico de TDS.....	51
Gráfico 9. Porcentaje según el límite máximo permitido para TDS.....	52
Gráfico 10 Resultados estadístico de conductividad.....	54
Gráfico 11. Resultados estadísticos de turbidez.....	55
Gráfico 12. Porcentaje según el límite máximo permitido para turbidez.....	56
Gráfico 13. Resultados estadísticos de Alcalinidad .....	58
Gráfico 14. Resultados estadísticos de pH.....	59
Gráfico 15. Porcentaje según el límite máximo permitido para pH .....	60
Gráfico 16. Resultados estadísticos de dureza .....	62
Gráfico 17. Resultados estadísticos de cloro .....	63
Gráfico 18. Porcentaje según el límite máximo permitido para cloro.....	64
Gráfico 19. Resultados estadísticos de ortofosfato.....	66
Gráfico 20. Resultados estadísticos de amonio .....	67
Gráfico 21. Resultados estadísticos de salinidad .....	69
Gráfico 22. Resultados estadísticos de coliformes totales.....	70
Gráfico 23. Porcentaje según el límite máximo permitido para coliformes totales .....	71
Gráfico 24. Comparación de TDS entre época seca y lluviosa.....	72

Gráfico 25. Comparación de turbidez entre época seca y lluviosa .....	72
Gráfico 26. Comparación de conductividad entre época seca y lluviosa .....	73
Gráfico 27. Comparación de dureza entre época seca y lluviosa .....	73
Gráfico 28. Comparación de cloro entre época seca y lluviosa .....	73
Gráfico 29. Comparación de coliformes totales entre época seca y lluviosa.....	73
Gráfico 30. Resultados de criterio N°1 .....	95
Gráfico 31. Resultados de criterio N°2 .....	96
Gráfico 32. Resultados de criterio N°3 .....	97
Gráfico 33. Resultados de criterio N°4 .....	98
Gráfico 34. Resultados de criterio N°5 .....	99
Gráfico 35. Resultados de criterio N°6 .....	100
Gráfico 36. Resultados de criterio N°7 .....	101
Gráfico 37. Resultados de criterio N°8 .....	102
Gráfico 38. Resultados de criterio N°9 .....	103
Gráfico 39. Resultados de criterio N° 10.....	104

## **ÍNDICE DE MAPAS**

Mapa 1. Ubicación Geográfica Montecristi .....	10
Mapa 2. Mapa geomorfológico del cantón Montecristi .....	35
Mapa 3. Mapa litológico del cantón Montecristi.....	36
Mapa 4. Ubicación área de estudio .....	38

## RESUMEN

En este trabajo de investigación se llevó a cabo la caracterización de las aguas subterráneas que abastecen al tanque de almacenamiento y al consumidor final en la comuna de Manantiales en la ciudad e Montecristi, Ecuador. Para ello se seleccionaron 3 puntos de muestreo en los que se determinaron 15 parámetros físico-químicos y microbiológicos de las aguas colectadas con un total de 27 muestras, distribuidos a lo largo de tres semanas (agosto-septiembre del 2016). De forma general, estas aguas presentaron propiedades típicas de aguas subterráneas con características propias del suelo de la localidad, presentándose propiedades físicas, medianamente turbia con un sabor de dureza, no se encontró un olor significativo. La temperatura media es de 25.42 °C y el pH varía entre 7.97 a 9.12, con bajos niveles de cloro de 0.02 mg/l y una salinidad promedio de 756.37 mg/l; presentaron concentraciones altas de turbidez 5.8 NTU y dureza 543 mg/l que están por encima del límite permitido Norma INEN 1108, dentro de los análisis microbiológicos presentan coliformes totales, incumpliendo la norma de calidad vigente. En el estudio de variación temporal se observaron cambios significativos de carácter estacional en la época lluviosa con incremento en las concentraciones de coliformes y otros elementos durante el mes de febrero probablemente debido a la precipitación pluvial que se infiltra en la capa freática, uso de letrinas, ganado cerca de sus alrededores, malas conexiones y falta de mantenimiento.

Palabras clave: aguas subterráneas, pozo, Manantiales, comunidad, normas ambientales.

## ABSTRACT

In this research the characterization of the groundwater supplying the storage tank and the final consumer in the municipality of Manantiales in the city and Montecristi, Ecuador was carried out. For this purpose, 3 sampling points were selected in which 15 physical-chemical and microbiological parameters were determined for the water collected with a total of 27 samples, distributed over three weeks (August-September 2016). In general, these Wastewater typical properties of groundwater with characteristics of the local soil, presenting physical properties, without peat with a hardness taste, did not find a significant smell. The mean temperature is 25.42 ° C and the pH ranges from 7.97 to 9.12, with low chlorine levels of 0.02 mg / l and an average salinity of 756.37 mg / l; High concentrations of turbidity 5.8 NTU and hardness 543 mg / l that are above the limit allowed Standard INEN 1108, within the microbiological analysis presents total coliforms, in breach of the current quality standard. In the study of temporal variation, significant seasonal changes were observed in the rainy season with the increase in concentrations of coliforms and other elements during the month of February Probably in the rainfall that infiltrates the water table, Ganado near Its surroundings, bad connections and lack of maintenance.

Key words: groundwater, well, springs, community, environmental standards

# CAPÍTULO I

## 1 ANTECEDENTES

Desde tiempos remotos el agua ha constituido un factor fundamental en el desarrollo y la estructuración política, social y económica de los pueblos. Considerando que agua es uno de los elementos esenciales para la vida, siendo utilizada de manera diversa, tanto para la industria, ganadería, agricultura, consumo humano y doméstico. La BBC (2015) expresa que nuestro planeta contiene más de mil millones de billones de litros de agua, pero poca de esta se puede beber, más del 97% del agua en la Tierra es salada. Dos tercios del agua dulce están retenidos en glaciares y capas de hielo polar, de lo que queda, la mayor parte está atrapada en el suelo o en acuíferos subterráneos.

Montes de oca (2009), realizó una investigación basada en el diagnóstico de calidad de agua en tres comunidades del Valle del Yeguaré, Francisco Morazán en Honduras y realizó una caracterización físico-química y bacteriológica detallada de pozos artesanales en las comunidades mencionadas donde generó una base de datos actualizada sobre el estado del agua subterránea en la zona. Se analizaron las concentraciones de nitratos, nitritos, amonio, fosfatos en los pozos con métodos colorimétricos, y parámetros físico-químicos generales como pH, conductividad, temperatura, turbidez, coliformes termo tolerantes y totales. Los resultados muestran concentraciones de nitratos de valores tan altos como 29.6 mg L<sup>-1</sup> (NO<sub>3</sub>-N), altas concentraciones de coliformes termo tolerantes (6300 UFC 100ml<sup>-1</sup>) lo que concluye que estos valores son el resultado de las actividades agrícolas y ganaderas presentes en las comunidades.

Pacheco *et al* (2004) en México realizó un diagnóstico de la calidad de agua subterránea en los sistemas de abastecimiento de Yucatán. Analizando 22 parámetros en 106 sistemas teniendo en cuenta que la mayoría de los sistemas de abastecimiento municipales se encuentran principalmente en suelo agrícola y pecuario, por lo que el uso no controlado de agroquímicos y la disposición inadecuada de los desechos, son las principales fuentes de la contaminación del agua subterránea. Los resultados mostraron que el agua subterránea del Estado

de Yucatán presenta una calidad bacteriológica clasificada como “peligrosa” y “muy contaminada” por otra parte la calidad química del agua subterránea es de buena calidad. Donde el 7.55% de los municipios excedieron 4 y 5 parámetros por encima de la norma mexicana. Esto nos da una idea de la calidad del agua y refleja la necesidad del estudio.

Chong (2010) evalúa la calidad de agua subterránea que consume el poblado de la Libertad en Perú, por medio de agua entubada, don realizo un muestreo de 3 repeticiones en el agua de pozo y 3 de la red de distribución en dos oportunidades durante un año, el autor manifiesta una agua dura lo que ocasiona un mal sabor, además de contaminación por coliformes fecales indicando un problema de salubridad en la zona demostrado en el aumento de pacientes con síntomas de infección estomacal con un historial clínico de 19.2% en el sector, se presume que el agua del lugar estaba contaminada por residuos fecales que ingresaban al torrente por lixiviación, percolación o directamente, principalmente debido a la cercanía de los silos con los pozos de agua subterránea.

Datos del INEC (2010) indican que en el Ecuador el 28.01% de la población no disponen de agua potable usando como fuentes de agua pozos, ríos, vertientes y otros. Investigaciones en el Ecuador de Reasco y Yar (2010) demostraron que sus análisis de calidad de agua en acuíferos subterráneos, en la provincia de Imbabura en las zonas rurales del cantón Cotacachi que reciben y consumen solamente agua entubada de pozos sin ningún tratamiento se evidencio la calidad pésima del agua entubada, incluso peligrosa para el consumo humano que se manifiesta por el alto porcentaje 52% de ingresos hospitalarios en el cantón por enfermedades gastrointestinales influenciadas por coliformes fecales, como demostraron sus análisis. Además de uso irracional y su sobreexplotación.

Dentro del contexto local el INAMHI (2015) ha realizado investigaciones Hidrogeológicas en el sector de Cantagallo, en esta zona la prospección geofísica se realizó en tres zonas la de Rio bravo, Manantiales y Cantagallo, cuyos estudios indicaron que, debido a ser una zona costera, su forma más común de contaminación del acuífero, es debido a la sobreexplotación. Si se



bombea una excesiva cantidad de agua, el agua del mar comienza a ingresar salinizándolo y volviéndolo inutilizable, provocando una intrusión marina.

En Manabí y Montecristi existen zonas en las que el agua subterránea es el único recurso para abastecer poblaciones o para la irrigación de cultivos, constituye un recurso esencial para la seguridad alimentaria, a la vez que es vital para el funcionamiento de los ecosistemas. No obstante, los servicios que los acuíferos prestan en el desarrollo socio económico han sido poco estudiados en la provincia y no se tienen datos que valoren la calidad de agua para consumo humano y sobre la contaminación de los acuíferos.

## **1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

El sector de Manantiales y sus alrededores carecen de una información de calidad sobre sus aguas subterráneas, los habitantes consumen esta agua por medio de tuberías sin ningún tratamiento. El agua es utilizada para diferentes usos, para la irrigación de cultivos, aseo, consumo doméstico, y alimentación, esta última podría generar algunos problemas para la salud de los habitantes que tienen un contacto más directo con este recurso, y podrían contraer enfermedades gastrointestinales, entre las principales.

Esto podría deberse que la población está consumiendo esta agua que no ha sido, analizada de acuerdo a los parámetros para seguridad alimentaria. Teniendo en cuenta que este sector es principalmente ganadero propenso a infiltraciones, contaminación biológica, antropogénica, metales pesados y considerando que se encuentra cerca del perfil costero, vulnerable a la intrusión marina. Además, el estado actual del sistema de tuberías, tanques de almacenamiento de agua no cuenta con una infraestructura en óptimas condiciones,

Otro factor importante es la variabilidad climático y las variaciones en la precipitación y su intensidad, harán que se aumente la escasez de agua, esto sumando al inadecuado manejo del agua, el desperdicio, la falta de conciencia

ambiental hacen que la demanda de agua cada día sea mayor, es por eso que será más difícil conseguir dicho recurso.

Por otra parte, la comuna de Manantiales en la actualidad es muy rico en este recurso a tal punto que ha generado un conflicto entre los cantones de Montecristi y Jipijapa. Quienes más allá de cualquier acuerdo, pelean por la captación de agua subterránea que posee, del que se dice proveería del líquido vital en los próximos 70 años. Generando un conflicto social.

Lo cual hace necesario que en esta zona se realicen estudios y caracterizaciones del agua, que sirvan de base para solucionar problemas sociales del suministro de agua en la comunidad y que permitan facilitar el desarrollo de obras de ingeniería que requieran estudios de la calidad agua en el sector para un mejor aprovechamiento del recurso.

Los análisis realizados por la dirección de agua potable de Montecristi en 2016 en el pozo de Manantiales dan un antecedente del estado del agua, pero no se tiene una situación de que lo provocaría, y de no existir suficiente información se podría dificultar el desarrollo de obras para la solución del problema que afecta al sector en relación al abastecimiento de agua para consumo humano.

## **1.2 JUSTIFICACIÓN**

Montecristi cuenta con una red de pozos subterráneos de la cual se abastece la mayor parte de la población conformada por las comunas. Por esta razón en la actualidad las instituciones públicas han demostrado un interés en brindar agua segura, no obstante, la dispersión de la población y la falta de recursos económicos prueban que la dotación de agua para consumo humano cause un fuerte déficit. En este momento conocemos las aportaciones de las instituciones nacionales reconocidas y de los investigadores interesados en la materia, todo ello nos aporta un panorama general de la necesidad gubernamental de la gestión del agua. Leonarte y Fagundo (2005) mencionan que la calidad de las aguas es de gran importancia económica y social para el abasto a la población,

la industria, la agricultura y otros usos. Con vistas a evaluar y proteger la calidad de las mismas.

La investigación de este estudio radica en la situación preocupante que posee la fuente que abastece la comuna de Manantiales. La zona de estudio fue seleccionada por dos razones fundamentales. La primera se debe que es la zona de mayor asentamiento poblacional en las comunas del territorio y la segunda, se debe a que es un acuífero importante desde el punto de vista social, el cual no posee información de calidad.

Conocer los criterios de calidad ambiental cobra gran interés por los efectos negativos que ocasiona, pudiendo de cierta manera, que los resultados obtenidos de este trabajo, concientizar a las entidades Municipales y población en un uso más inteligente del recurso agua, que implica mejorar la calidad de vida para los residentes de las actuales y futuras generaciones y para el mismo acuífero subterráneo.

El recurso hídrico, es un recurso natural, renovable, vulnerable, importante para el desarrollo económico y social, y un componente valioso del ecosistema, de ahí la necesidad de preservarlo. Además, el agua subterránea es un recurso importante para las corrientes básicas que alimentan los cursos de agua superficial y humedales, esto finalmente puede incidir en la salud de la población cuando se ocupa esta agua para ser bebida, no solo de la población circulante, sino de un entorno más grande de lo esperado (Briceño 2013).

Este proyecto brindara valiosa información, para posteriores trabajos y estudios de investigación.

## **1.3 OBJETIVOS**

### **1.3.1 Objetivo general**

Evaluar la calidad del agua entubada para el consumo humano en la comuna de Manantiales.

### **1.3.2 Objetivos específicos**

Analizar los parámetros físicos, químicos y microbiológicos del agua desde su pozo hasta su consumidor final.

Contrastar los valores obtenidos con los límites establecidos en la normativa ambiental vigente en materia de salubridad y consumo de agua.

## **1.4 HIPÓTESIS**

El agua entubada de la comuna Manantiales no cumple con los parámetros permisibles en la legislación ecuatoriana para el consumo humano.

## CAPÍTULO II

### 2 REVISIÓN DE LITERATURA

#### 2.1 MARCO LEGAL

Desde el punto de vista de la legislación ecuatoriana se establece la dimensión jurídica, relacionado el tema de investigación según lo siguiente:

##### 2.1.1 Ley orgánica de recursos hídricos, usos y aprovechamiento del agua

La ley del agua del estado ecuatoriano en el registro oficial N° 305, del miércoles 6 de agosto del 2014. En el título II, capítulo II habla sobre la definición, la infraestructura y la clasificación de los recursos hídricos, así mismo sobre su protección y conservación de fuentes.

**Artículo 12.- Protección, recuperación y conservación de fuentes.** El Estado, los sistemas comunitarios, juntas de agua potable y juntas de riego, los consumidores y usuarios, son corresponsables en la protección, recuperación y conservación de las fuentes de agua y del manejo de páramos, así como la participación en el uso y administración de las fuentes de aguas que se hallen en sus tierras, sin perjuicio de las competencias generales de la Autoridad Única del Agua de acuerdo con lo previsto en la Constitución y en esta Ley.

**Artículo 43.- Definición de juntas administradoras de agua potable.** Las juntas administradoras de agua potable son organizaciones comunitarias, sin fines de lucro, que tienen la finalidad de prestar el servicio público de agua potable. Su accionar se fundamenta en criterios de eficiencia económica, sostenibilidad del recurso hídrico, calidad en la prestación de los servicios y equidad en el reparto del agua.

En el cantón donde el gobierno autónomo descentralizado municipal preste el servicio de manera directa o a través de una empresa pública de agua potable y

esta cubra los servicios que por ley le corresponden, en toda su jurisdicción, no podrán constituirse juntas administradoras de agua potable y saneamiento.

**Artículo 79. Objetivos de prevención y conservación del agua.** - La Autoridad Única del Agua, la Autoridad Ambiental Nacional y los Gobiernos Autónomos Descentralizados, trabajarán en coordinación para cumplir los siguientes objetivos:

- a) Garantizar el derecho humano al agua para el buen vivir o sumak kawsay, los derechos reconocidos a la naturaleza y la preservación de todas las formas de vida, en un ambiente sano, ecológicamente equilibrado y libre de contaminación;
- b) Preservar la cantidad del agua y mejorar su calidad;
- c) Controlar y prevenir la acumulación en suelo y subsuelo de sustancias tóxicas, desechos, vertidos y otros elementos capaces de contaminar las aguas superficiales o subterráneas

**Artículo 84.- Obligaciones de corresponsabilidad.** El Estado en sus diferentes niveles de gobierno es corresponsable con usuarios, consumidores, comunas, comunidades, pueblos y nacionalidades del cumplimiento de las siguientes obligaciones:

- a) Reducir la extracción no sustentable, desvío o represamiento de caudales
- b) Prevenir, reducir y revertir la contaminación del agua
- d) Contribuir al análisis y estudio de la calidad y disponibilidad del agua
- f) Reducir el desperdicio del agua durante su captación, conducción y distribución
- h) Apoyar los proyectos de captación, almacenamiento, manejo y utilización racional, eficiente y sostenible de los recursos hídricos.

### **2.1.2 Texto unificado de legislación secundaria, del ministerio del ambiente (TULSMA)**

En la legislación ecuatoriana ambiental TULSMA de registro oficial N° 387, miércoles 4 de noviembre del 2015, acuerdo 097-A. En el anexo I libro VI, Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes al recurso agua. Habla de los

criterios de calidad de agua para consumo humano y doméstico. Eh indica sus parámetros y valores máximos permisibles establecidos.

### **5.1.1 Criterios de calidad para aguas de consumo humano y uso doméstico**

Se entiende por agua para consumo humano y uso doméstico aquella que es obtenida de cuerpos de agua, superficiales o subterráneos, y que luego de ser tratada será empleada por individuos o comunidades en actividades como:

- a. Bebida y preparación de alimentos para consumo humano.
- b. Satisfacción de necesidades domésticas, individuales o colectivas, tales como higiene personal y limpieza de elementos, materiales o utensilios.

(Ver. Anexo 3.)

### **2.1.3 Normas técnicas ecuatorianas (NTE) INEN 1108: agua potable requisitos**

Esta norma establece los parámetros físico químicos y microbiológicos que debe cumplir el agua potable para consumo humano. (Ver. Anexo 4.)

## **2.2 MONTECRISTI**

Montecristi es un cantón de la provincia de Manabí en Ecuador, Conocida como la "Capital Artesanal del Ecuador", se halla ubicada en las faldas del cerro que lleva su mismo nombre con una altura de 630 metros de altura sobre el nivel del mar. Se encuentra limitado al norte, con el Océano Pacífico y Portoviejo; al sur, con el Océano Pacífico y Jipijapa; al este, con Portoviejo y Jipijapa y al oeste con Manta.

**Mapa 1. Ubicación Geográfica Montecristi**



Fuente: IGM y GAD Municipal de Montecristi, 2014  
Elaborado: PDOT Montecristi. 2014

Como división política - administrativa está compuesto por cinco parroquias urbanas: General Eloy Alfaro, Leónidas Proaño, Colorado, Montecristi y Aníbal San Andrés, además de contar con una parroquia rural La Pila. Cuenta además con 29 comunas que se encuentran organizadas, dentro del territorio en el que se han distribuido algunos servicios sociales para contribuir con el desarrollo local. (PDOT 2014).

### **2.2.1 Manantiales**

El 23 de octubre de 1996 en la revista “23 de octubre”, del Municipio del mismo cantón, en un reportaje escrito por el Ab. Juan Isaac Delgado Alonzo resalta sobre un río subterráneo en el sitio Manantiales según los datos investigados y revelado por Juan Isaac, “El Río tendría tres kilómetros de ancho y nueve kilómetros de altura, como para dotar agua por mucho tiempo, no solo a Manabí, sino a otros lugares del país” (Montecristi Alfaro, 2015)

Manantiales es conocida por sus aguas subterráneas, por lo que se puede observar una serie de pozos privados, donde habitantes que tiene las posibilidades económicas fabrican estos pozos, en las entrevistas que se realizaron en la comuna, se pudo obtener una información general, los habitantes deducen que personas compran lotes de terreno en la comuna o en algunas casos se apropian o invaden, y fabrican estos pozo que dependiendo sus características este podría tener un valor de \$6.000 dólares. Y así poder vender agua por medio de vehículos tanqueros, dándole así un negocio rentable, puesto



que carece la ley y la seguridad que no rodea estos lugares. Asumiendo que se encuentran en su territorio.

#### ***2.2.1.1 Diagnostico socio económico y situación actual***

Presenta un estrato social general medio bajo que alcanza un 55% que representa el promedio rural de cantón Montecristi. Indicando el nivel de pobreza.

#### **Necesidades básicas insatisfechas presentes en la zona:**

*Servicios urbanos:* No cuentan con un sistema de alcantarillado, utilizan pozos sépticos y en algunas viviendas se puede encontrar letrinas como servicios higiénicos.

*Servicios básicos:* Cuentan con servicio de energía eléctrica pero escaso alumbrado público, la red de agua está ligada al pozo de agua que tiene una profundidad de 60 metros y unos 20 centímetros de diámetros, por donde ingresa un tubo PVC de 6” que facilita el sistema de bombeo, tiene una bomba de agua que opera con una potencia de 10 Hp, está construido por una base de cemento y un anillo de metal que le da forma al orificio.

El tanque de almacenamiento esta construidos de hormigón que claramente se ve su deterioro con el paso de los años. Los que no tienen acceso a la tubería, compran agua a los tanqueros por \$5 dólares, que extraen del mismo pozo o de otros pozos privados.

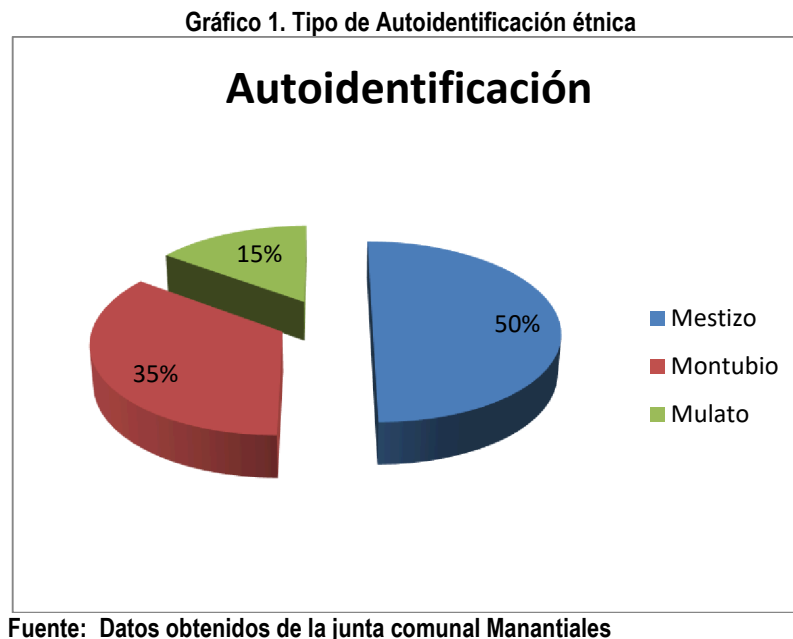
*Infraestructura:* se pueden encontrar de dos tipos de viviendas, casas construidas de madera y caña y otras de bloque y cemento.

*Educación:* Cuenta con una unidad educativa de educación básica, escuela Narcisa Urbina, y una pequeña iglesia. Dentro de este aspecto de forma general el analfabetismo de la población en gran parte, especialmente los adultos mayores no terminaron la primaria.

*Salud:* Tiene acceso a un centro salud con una infraestructura moderada, con un médico general otro especializado en pediatría, un odontólogo y un enfermero. Entre las principales causas de morbilidad se destacan infecciones respiratorias y gastrointestinales según datos del centro de salud.

*Espacios recreativos:* Se puede encuentra un parque con juegos infantiles en la parte céntrica gestionado por el Municipio de Montecristi además de una cancha de futbol de cemento.

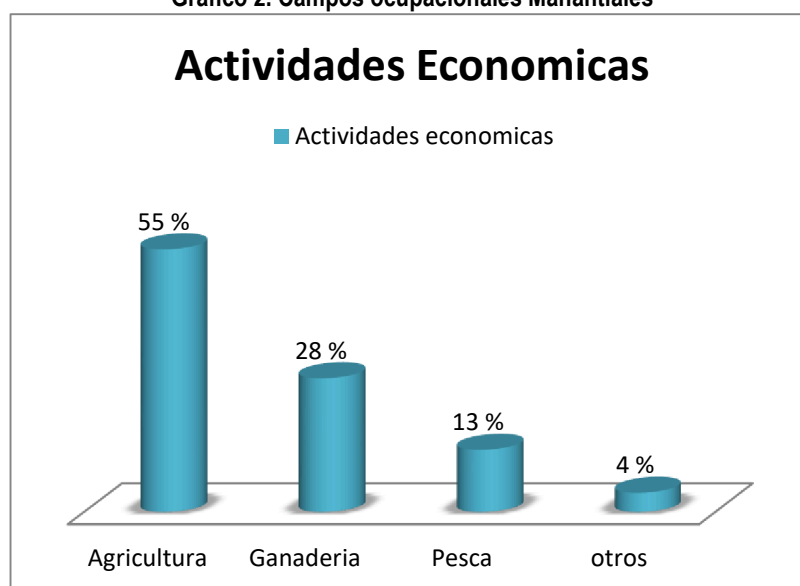
*Auto identificación:* la población se auto identifica de la siguiente manera datos obtenidos de la junta comunal de Manantiales



*Campos ocupacionales:* Dentro de la actividad económica, y expresado por la presidenta<sup>1</sup> de la junta comunal de Manantiales se ha tenido un porcentaje de inmigración comparada con otras comunidades cercanas, beneficio que cuentan con mejores oportunidades laborales y un mejor desarrollo de calidad de vida. En el (grafico 2). Se puede observar que se destaca sobre todo la agricultura y ganadería y se define “otros” como albañilería, venta de artesanías, negocios informales.

<sup>1</sup> Menoscal, P. 2016. Presidenta de la Junta comunal (entrevista). Manantiales, EC

Gráfico 2. Campos ocupacionales Manantiales



Fuente: Datos obtenidos de la junta comunal Manantiales

*Comunicación y otros:* En algunas viviendas se puede encontrar acceso a telefonía fija, también existe una moderada señal para telefonía móvil. Y algunas personas tienen acceso a televisión satelital por paga.

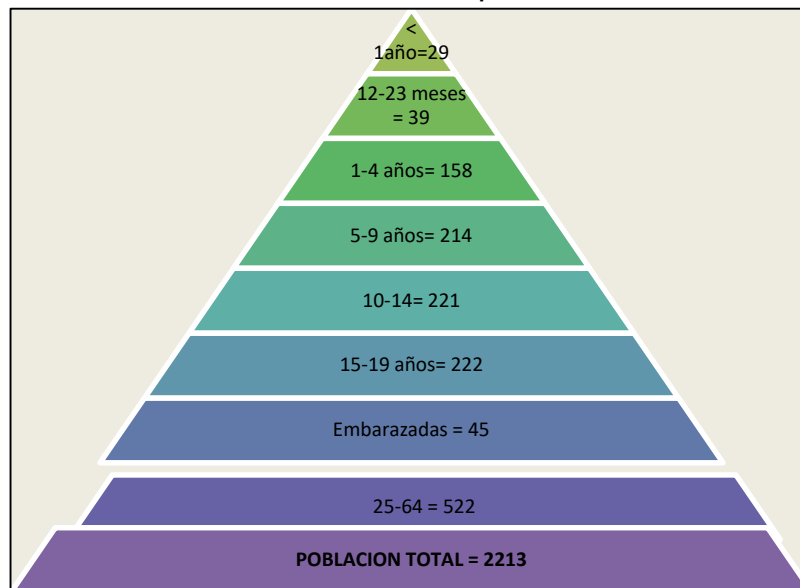
*Red vial:* las vías internas de la comuna están empedradas o lastradas y debido a esto, en épocas de lluvias es difícil el acceso por la formación de lodos la misma que produce charcos de agua y así enfermedades.

*vías de acceso:* Se puede ingresar por una por la ruta E15 Spondylus vía arterial de Montecristi y otra por la vía Unión y Patria – Manantiales y Río Bravo. Por medio de transporte público, cooperativa de transporte los bajos, este solo cubre la ruta 3 veces al día, o por vehículo privado.

### 2.2.1.2 Población

Según datos obtenidos por la junta comunal de Manantiales existen 2213 habitantes, pero en el censo que realizó el centro de salud en las campañas de salud pública solo se registraron 1620 carpetas por habitante

**Gráfico 3. Pirámide de población**



Fuente: Datos obtenidos de la junta comunal Manantiales

## 2.3 EL AGUA

El agua es considerada un elemento de la naturaleza, integrante de los numerosos ecosistemas naturales, principalmente para el sostenimiento y la reproducción de la vida en el planeta ya que constituye un factor indispensable para el desarrollo de los procesos biológicos que la hacen posible (Monge 2004).

La superficie del planeta Tierra es primordialmente acuosa, debido que el 70% está cubierta de agua, salada en su mayoría, y representa el 97.5% del total. El resto, es decir, el 2.5% del total mundial de este recurso, no es accesible para el uso humano más que en un 0.003%, ya que la mayor parte de agua dulce en el mundo está representada por los casquetes polares y los glaciares 1.85%. Los ríos, lagos, lagunas y humedales son una fuente importante de agua dulce, sin embargo, son los acuíferos subterráneos los que aportan hasta un 98% de las fuentes de agua dulce accesibles al uso humano, ya que se estima que representan el 50% del total de agua potable en el mundo. (Ortega, 2009)

## 2.4 CICLO HIDROLÓGICO

El ciclo hidrológico es considerado como la sucesión de etapas que atraviesa el agua al pasar de la tierra a la atmósfera y volver a la tierra, donde se realiza una evaporación desde el suelo, mar o aguas continentales, se condensa en las nubes, y cae por precipitación, donde existe una acumulación en el suelo o masas de agua y existe una nueva reevaporación. Según Chereque, citado por Ordoñez (2011), se entiende como el conjunto de cambios que experimenta el agua en la naturaleza, tanto en su estado sólido, líquido y gaseoso como en su forma superficial, sub-superficial, subterránea, etc.

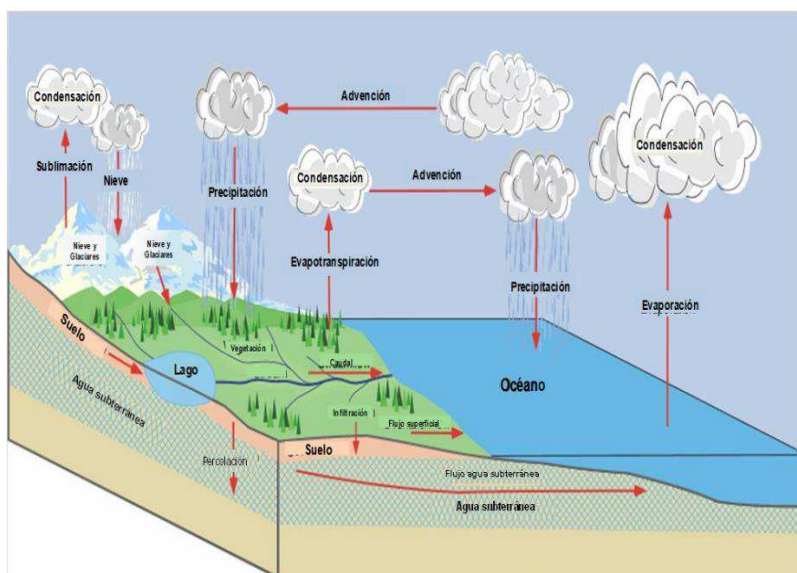


Figura 1. Ciclo Hidrológico

### 2.4.1 FASES DEL CICLO HIDROLÓGICO

Según Sánchez (2011) las fases del ciclo hidrológico son un movimiento general, ascendente por evaporación y descendente por las precipitaciones y después en forma de escorrentías superficiales y subterráneas, como es un ciclo se podría considerar desde todas sus fases, desde cualquier punto, el mismo autor considera que camino puede seguir el agua.

#### 2.4.1.1 La evaporación

Es un fenómeno de la naturaleza que ocurre cuando la radiación solar hace subir el agua en forma de vapor o humedad desde el mar hasta la atmósfera. Aunque la mayor cantidad de evaporación sale del mar, también se da en toda la superficie de la tierra donde hay agua estancada, por ejemplo, los lagos, lagunas, ríos y embalses. Toda el agua que es evaporada y llevada hacia arriba en forma de humedad se aglomera y forma las nubes.

#### ***2.4.1.2 Evapotranspiración***

Es un fenómeno que explica la evaporación del agua contenida en las plantas de la tierra. Se inicia cuando las raíces de la planta absorben el agua del suelo, luego la transportan por el tronco hasta llegar por las ramas a las hojas, donde se evapora hacia la atmósfera.

#### ***2.4.1.3 Precipitación***

Es la caída del agua desde la atmósfera hacia la superficie de la tierra. Estos fenómenos se inician cuando se dan ciertas condiciones de temperatura en la atmósfera, básicamente enfriamiento, entonces, la humedad contenida en las nubes se condensa, se forman las gotas y por gravedad se precipitan hacia la tierra en forma de lluvia o granizo, la cual puede caer sobre los océanos o sobre la tierra.

#### ***2.4.1.4 Retención***

Es el fenómeno que se da cuando parte del agua que viene de la atmósfera en forma de lluvia no llega a la superficie de la tierra, sino que es interceptada por la vegetación, edificios, u otros objetos, y vuelve a evaporarse.

#### ***2.4.1.5 Infiltración***

Se le llama así al paso del agua que cae de las lluvias y penetra entre la superficie y las capas del suelo, a través de los poros y aberturas que se encuentran entre las rocas del suelo. El agua que se infiltra en el suelo se denomina agua subsuperficial. El agua que se infiltra puede seguir tres caminos: Puede ser devuelta a la superficie y evaporada hacia la atmósfera, puede ser

absorbida por las raíces de las plantas y regresada por la evapotranspiración y por último puede infiltrarse profundamente en el suelo, formando corrientes subterráneas.

#### ***2.4.1.6 Corrientes subterráneas***

Son las aguas que se han infiltrado en el suelo que en algunos casos fluyen subterráneamente y se unen a ríos o lagos, y en otros casos, contribuyen a mantener los mantos de aguas subterráneas llamados “mantos acuíferos”.

#### ***2.4.1.7 Escorrentía superficial***

Es el movimiento del agua de lluvia que llega a la superficie de la tierra, y se concentra en pequeños recorridos de agua, que luego forman arroyos o riachuelos y posteriormente desembocan en los ríos que se dirigen hacia un lago o al mar. Una parte del agua que circula sobre la superficie se evaporará y otra se infiltrará en el terreno.

## **2.5 IMPORTANCIA DEL AGUA**

Es el hecho más fundamental, la vida en el planeta tierra constantemente ha necesitado del agua. Es imprescindible para procesos biológicos de la tierra y es un factor importante para la fotosíntesis, así mismo para procesos metabólicos del hombre y demás seres vivos. Mayoritariamente los seres humanos utilizan el agua, para su beneficio y satisfacción y nace la importancia para sus procesos, utilizándola en la agricultura, la ganadería, para generar energías alternativas, para el aseo, limpieza, y en minerías, en forma de vapor para la industria, para el transporte, para el consumo humano: alimentación.

## **2.6 FUENTES DE AGUA EN LA TIERRA**

Nace citado por Auge (2007) indica la distribución del agua en nuestro planeta, a partir de una compilación de datos publicados.

Tabla 1. Fuentes de agua en la tierra

AGUA EN LA TIERRA				
	Área km2. 106	Volumen Km3. 106	%	Altura equivalente (m)
Océanos y mares	362	1350	97,6	2650
casquetes polares	17	26	1,9	50
Subterránea	131	7	0,5	14
Superficial	1,5	0,3	0,02	0,6
Del suelo	131	0,2	0,01	0,4
Atmosfera	510	0,02	0,001	0,04
<b>Total</b>	<b>1152,5</b>	<b>1.383</b>	<b>100,03</b>	<b>2715</b>

Fuente: Nace, 1971

Elaborado: Auge Miguel, 2007

## 2.7 ORIGEN DEL AGUA SUBTERRÁNEA

Según Espinoza (2004) El origen de las aguas subterráneas es uno de los problemas que más han preocupado al hombre desde los tiempos más remotos. La teoría de la infiltración, es la más reciente que pues supone que todas las aguas subterráneas provienen bien de infiltración directa en el terreno de las lluvias o nieves, o indirecta de ríos o lagos, relativamente ha sido aceptada universalmente, pero acaparando muchas teorías más, siendo está relativamente desde tiempo reciente.

### 2.7.1 Otros orígenes del agua subterránea

Existen muchas teorías acerca del origen del agua subterránea, Vélez (1999) explica que además del ciclo del agua ya descrito, y la teoría de infiltración, las aguas subterráneas pueden tener otros orígenes diferentes. Las aguas subterráneas originadas en el ciclo del agua se denominan aguas vadasas o meteóricas, y las otras se denominan de acuerdo a su origen. El autor las clasifica de la siguiente manera.

#### 2.7.1.1 *Precipitaciones ocultas*



Son aguas que provienen de la condensación del vapor de agua atmosférico en los poros del suelo.

#### ***2.7.1.2 Aguas juveniles***

Son aquellas de origen profundo, como es el caso de un magma granítico que al enfriarse expulsa un pequeño volumen de agua. Estas aguas provienen del interior de la tierra y nunca han estado en contacto con la superficie.

#### ***2.7.1.3 Aguas fósiles***

Son aguas vadasas atrapadas en el terreno y que permanecen en él durante miles de años. Es el caso de las aguas en el Sahara que se estima entraron al acuífero hace 300.000 ó 400.000 años.

#### ***2.7.1.4 Aguas geotermales***

Son aguas vadasas que siguen un camino complicado, calentándose en las zonas profundas y volviendo a subir a la superficie.

#### ***2.7.1.5 Aguas marinas***

Son las aguas del mar que han invadido recientemente los sedimentos costeros.

### **2.7.2 Clasificación de aguas subterráneas**

Las aguas subterráneas pueden dividirse en varias clases atendiendo a distintos factores: origen, condiciones de yacimientos, propiedades hidráulicas, composición química. Dependiendo las condiciones de yacimiento, se distinguen cuatro tipos principales de aguas subterráneas. Según clasificación de (EcuRed 2014)

#### ***2.7.2.1 Aguas suspendidas***

Son los subterráneos donde yacen a profundidad bajo la superficie de la tierra, en la zona de aeración. Se hallan por encima de las freáticas, allí donde se verifica la infiltración de las precipitaciones atmosféricas, siendo, además limitada su extensión.

### ***2.7.2.2 Aguas freáticas***

Son sumamente difundidas. Son aguas del primer horizonte acuífero que descansa sobre la primera capa impermeable más o menos continua. Pueden acumularse tanto en las rocas sueltas porosas como en las rocas duras agrietadas, la zona de alimentación coincide con la de su disfunción.

### ***2.7.2.3 Aguas confinadas***

Se diferencian de las anteriores solo por el hecho de hallarse confinadas entre dos capas impermeables continuas. Son difundidas en regiones de topografía accidentada.

### ***2.7.2.4 Aguas artesianas***

Se originan bajo condiciones estructurales favorables. La mayoría de las veces se encuentran en los pliegues sinclinales y monoclinales de las capas de rocas.

## **2.8 CALIDAD DE AGUA SUBTERRÁNEA**

El mismo autor anterior señala que la calidad del agua subterránea es muy variada dependiendo de la temperatura del agua, la cantidad de sólidos disueltos y la ausencia de contaminantes tóxicos y biológicos que contengan.

El agua con un alto contenido de sustancias disueltas y presencia de químicos debido a la alteración de sustancias en el suelo puede tener un sabor amargo y se denomina generalmente agua dura. Mientras que el nivel de salinidad es la preocupación más importante, existen otros sólidos disueltos presentes en el agua subterránea que pueden provocar problemas a la salud. El agua dura causa problemas de incrustaciones calcáreas en los calentadores de agua y tuberías, y hace que el jabón sea difícil de eliminar. En algunas aguas subterráneas pueden existir altos niveles de hierro. El hierro puede darle color al agua y manchar ropas; el hierro en muchos procesos de fabricación es indeseable. Los sulfatos en el agua pueden dejar un sabor amargo y pueden tener un efecto laxante. (EcuRed 2014)

## **2.9 ACUÍFEROS**

Ordoñez (2011) indica que un acuífero es un volumen subterráneo de roca y arena que contiene agua y es una parte importante del ciclo hidrológico puede considerarse por la filtración y depende de las características físicas de las rocas. Drever, citado por Padilla (2009) los acuíferos se clasifican de acuerdo a su tipo de formaciones geológica en:

### ***2.9.1.1 Acuíferos Libres***

La superficie del agua es una superficie libre, o nivel freático, que está en contacto con la atmósfera a la presión de ésta, por encima de la cual se sitúa la zona no saturada que se encuentra a presión hidráulica inferior a la atmosférica.

### ***2.9.1.2 Acuíferos Confinados***

El acuífero está limitado por niveles de baja permeabilidad, ya sean estos acuicludos o acuífugos. La presión hidráulica dentro de dichos acuíferos es mayor que la atmosférica en todos sus puntos y si se perfora un pozo a través de la formación confinante superior hasta alcanzar el acuífero, el agua del mismo ascenderá hasta alcanzar un nivel equivalente al del freático en ese punto. Si el agua del acuífero sube más allá de la superficie del terreno, esta manará libremente hasta una cierta altura y el pozo así generado se denomina pozo artesiano.

### ***2.9.1.3 Acuíferos Semiconfinados***

El acuífero está limitado por acuitardos, lo cual permite una cierta comunicación hidráulica entre dos acuíferos distintos.

### ***2.9.1.4 Acuíferos costeros***

Los acuíferos costeros pueden ser libres, confinados o semiconfinados. Lo que los diferencia es la presencia de fluidos con dos densidades diferentes: agua dulce, con una densidad menor, con relación al agua salada del mar o del océano. Esta diferencia de densidad hace que, en la zona de la costa, el agua dulce se encuentra sobrepuesta al agua salada. El agua salada se introduce en

el continente en forma de una cuña salina que se va profundizando a medida que se introduce en el continente.

## **2.10 POZO**

Un pozo es una perforación en la superficie terrestre, con una estructura hidráulica hasta una profundidad suficiente que permite captar y extraer agua de una formación acuífera.

### **2.10.1 Tipos de pozo**

Según Corcho et al (2005) considera básicamente dos tipos cuando se clasifican pozos profundos.

- Pozos cuyas aguas deben de ser elevadas por completo al sitio de utilización
- Pozos cuyas aguas no requieren ser elevadas o lo requieren parcialmente. Esto ocurre cuando las aguas de un acuífero están sometidas a presión entre estratos impermeables, obligando a que el agua se eleve en la perforación por encima del material filtrante. Estos pozos se denominan artesiano.

A veces se puede elevar por encima de la superficie terrestre, en cuyo caso este tipo de pozo se denomina de flujo libre o saltante.

## **2.11 FUENTE DE CONTAMINACIÓN DE AGUAS SUBTERRÁNEAS**

La contaminación de las aguas subterráneas en mayor parte se ve asociada con las actividades del hombre y se ve relacionada con los residuos de aguas residuales, residuos sólidos municipales, la industria las actividades agrícolas entre otras. Existen otras formas de contaminación y según (Fuentes s.f.) las causas que origina la contaminación del agua subterránea son cuatro grupos.

### **2.11.1 Contaminación por actividades domesticas**

Las aguas residenciales puede ser una fuente de gran cantidad de contaminantes como bacterias, virus, nitratos, materia orgánica y residuos humanos. Los sistemas sépticos usados para la recolección de aguas residuales domesticas son la preocupación partículas de la contaminación de aguas subterráneas si se localizan cerca de letrinas o pozas sépticas.

De igual manera el almacenamiento y disposición inadecuado de desechos sólidos que son arrojados al suelo y pueden contaminar el suelo y penetrar a las a aguas subterráneas asi mismo el fluido de pinturas, aceites detergentes, desinfectantes, pesticidas combustible u otros químicos que puede provocar la contaminación de las aguas subterráneas.

### **2.11.2 Contaminación por actividades agrícolas y ganaderas**

Los pesticidas, fertilizantes, herbicidas y residuos de animales son la principal fuente de contaminación de aguas subterráneas por origen agrícola, la existencia de escorrentía por la carga y el lavado, utilización de pesticidas y otros productos químicos El almacenamiento de químicos agrícolas cerca de los conductos de agua subterráneas, como pozos abiertos. La contaminación también puede ocurrir cuando existe percolación de heces fecales de los animales.

### **2.11.3 Contaminación por actividades industriales y mineras**

La fabricación y servicios industriales tienen altas demandas de agua de enfriamiento, aguas de proceso y agua con fines de limpieza. La contaminación de las aguas subterráneas ocurre cuando el agua usada se devuelve al ciclo hidrológico.

### **2.11.4 Contaminación por intrusión marina (Natural)**

La intrusión de agua salina es debido a la sobre-explotación de acuíferos o depósitos naturales que provocan drenaje natural, ingresando agua marina y son formas naturales de contaminación de las aguas subterráneas.

Otra forma de contaminación natural es a partir de del material geológico que se encuentra en el agua subterránea materiales y compuestos como

el Magnesio, Calcio y Cloruros, algunos acuíferos tienen altas concentraciones naturales de constituyentes disueltos como arsénico, boro y Selenio

## **2.12 DESCRIPCIÓN DE PARÁMETROS DE CALIDAD DE AGUA**

En el estudio la clasificación que se va a utilizar para los diferentes parámetros de contaminación o calidad de las aguas, es según la naturaleza de la propiedad o especie que se determina.

### **2.12.1 Parámetros de carácter físico**

#### ***2.12.1.1 Color***

El color es la capacidad de absorber ciertas radiaciones del espectro visible. Es el resultado de la presencia de materiales de origen vegetal tales como ácidos húmicos, turba, plancton, y de ciertos metales como hierro, manganeso, cobre y cromo, disueltos o en suspensión, aunque algunos colores específicos dan una idea de la causa que los provoca, sobre todo en las aguas naturales que son consideraciones estéticas. (Ramírez y Farfán 2016)

#### ***2.12.1.2 Sabor y olor***

Deutsch, et al (2003) indican que el olor y sabor están en general íntimamente relacionados. Compuestos químicos presentes en el agua como: los fenoles, diversos hidrocarburos, cloro, materias orgánicas en descomposición o esencias liberadas por diferentes algas u hongos, pueden dar olores y sabores muy fuertes a el agua. Las sales o los minerales dan sabores salados o metálicos en ocasiones sin ningún olor.

#### ***2.12.1.3 Temperatura***

Es referida a la noción de calor o frio que se tiene en contacto con la muestra.

#### ***2.12.1.4 Sólidos totales disueltos***

Son todos los sólidos que se pueden encontrar en la muestra de agua tanto disueltos como en suspensión.

#### ***2.12.1.5 Conductividad***

La conductividad eléctrica es la medida de la capacidad del agua para conducir la electricidad, y permite conocer la concentración de especies iónicas presentes en el agua.

#### ***2.12.1.6 Turbidez***

Es la dificultad del agua para transmitir la luz debido a materiales insolubles en suspensión, coloidales o muy finos y que se presentan principalmente en aguas superficiales, en general son muy difíciles de filtrar y pueden dar lugar a depósitos en las conducciones. (Payeras s.f)

### **2.12.2 Parámetros de carácter químico**

#### ***2.12.2.1 Alcalinidad***

Es la capacidad del agua para neutralizar ácidos o aceptar protones, La alcalinidad, no sólo representa el principal sistema amortiguador del agua dulce, sino que también desempeña un rol principal en la productividad de cuerpos de agua naturales, sirviendo como una fuente de reserva para la fotosíntesis (Massol, s.f)

#### ***2.12.2.2 pH***

Potencial de hidrogeno como tal y es la medida de la concentración de los iones de hidrógeno. Nos mide la naturaleza ácida o alcalina de la solución acuosa. La mayoría de las aguas naturales tienen un pH entre 6 y 8.

#### ***2.12.2.3 Dureza***

La dureza, es debida a la presencia de cationes sales de calcio y magnesio y mide la capacidad de un agua para producir incrustaciones.

#### ***2.12.2.4 Cloro residual***

Cloro libre residual está presente en el agua de consumo como resultado de uso de cloro como desinfectante en las plantas potabilizadoras, en altas

concentraciones provoca sabores desagradables. La norma exige como valor máximo 0,3 mg/L a 1,5 mg/L. (OMS, 2006).

#### ***2.12.2.5 Ortofosfatos***

Los fosfatos más avanzados son los ortofosfatos. Con el prefijo de "orto" se suelen denominar los ácidos más hidratados. Los ortofosfatos se encuentran ampliamente distribuidos en la naturaleza, sobre todo en forma de apatita.

#### ***2.12.2.6 Amonio***

El amonio es un indicador de posible contaminación del agua con bacterias, aguas residuales o residuos de animales. Las concentraciones naturales en aguas subterráneas y superficiales suelen ser menores que 0,2 mg/L, pero las aguas subterráneas anaerobias pueden contener hasta 3 mg/L y la ganadería intensiva puede generar concentraciones mucho mayores en aguas superficiales. (Química del ... s.f.)

#### ***2.12.2.7 Salinidad***

Es contenido salino en suelos o en agua. El sabor salado del agua se debe a que contiene cloruro de sodio NaCl.

### **2.12.3 Parámetros de carácter microbiológico**

#### ***2.12.3.1 Coliformes totales***

El grupo de los coliformes en su conjunto son bacterias como indicadores de contaminación, que se caracteriza por su capacidad de fermentación de la lactosa a 35 a 37 °C. Esto es una práctica generalizada en todo el mundo, se supone que la NO presencia de estas bacterias hace que el agua sea potable bacteriológicamente hablando. Son:

*Escherichia coli*

*Streptococcus faecales*

*Clostridios* (anaerobios y formadores de esporas).



La medición se hace empleando técnicas estadísticas "Unidad formadora de colonia " índice UFC en 100 ml de agua. Las aguas con un UFC inferior a 1 son satisfactoriamente potables.

## 2.13 ENFERMEDADES POR CONTAMINACIÓN DEL AGUA

Avellaneda et al (2011) resalta que el agua es fuente de vida, pero también puede ser fuente de enfermedad. Virus, bacterias y parásitos causantes de muchas enfermedades pueden transmitirse a través de las aguas contaminadas, así mismo, una serie de sustancias químicas dañinas para la salud también pueden estar presentes en el agua. Las enfermedades que son producidas por la contaminación del agua son en general originadas por factores externos que tienen contacto directo con el agua.

### 2.13.1 Bacterias

Las bacterias son microorganismos que se pueden desarrollar en el agua provocando enfermedades de origen hídrico, entre ellas tenemos.

Tabla 2. Enfermedades producidas por bacterias

BACTERIAS	SÍNTOMAS
<i>Aeromonas spp. Enteritis</i>	Diarrea muy líquida, con sangre y moco.
<i>Campylobacter jejuni Campilobacteriosis</i>	Gripe, diarreas, dolor de cabeza y estómago, fiebre, calambres y náuseas.
<i>Escherichia coli</i>	Diarrea acuosa, dolores de cabeza, fiebre, uremia, daños hepáticos.
<i>Pseudomonas, Flavobactrium o Klebsiella Serratia</i>	Infecciones en la piel incluso en los oídos y nariz y ojos
<i>Plesiomonas shigelloides Plesiomonas-infección</i>	Náuseas, dolores de estómago y diarrea acuosa, a veces fiebre, dolores de cabeza y vómitos.
<i>Salmonella typhi Fiebre tifoidea</i>	Fiebre
<i>Salmonella spp. Salmonelosis</i>	Mareos, calambres intestinales, vómitos, diarrea y a veces fiebre leve.
<i>Streptococcus spp.</i>	Dolores de estómago, diarrea y fiebre, a veces vómitos.

---

Fuente: Avellaneda, et al 2011

### 2.13.2 Parásitos

En el agua se encuentra cualquier cantidad de microorganismos es por este motivo que se establecen distintos criterios para determinar la calidad del agua. y mejor desde un punto de vista microbiológico.

Tabla 3. Enfermedades y síntomas producidos por protozoos

ENFERMEDAD	SÍNTOMA
<i>Entamoeba</i> Disenteria ameboides	Fuerte diarrea, dolor de cabeza, dolor abdominal, escalofríos, fiebre.
<i>Cryptosporidium parvum</i> Criptosporidiosis	Sensación de mareo, diarrea acuosa, vómitos, falta de apetito.
<i>Giardia lamblia</i> Giardiasis	Diarrea, calambres abdominales,
<i>Balantidium coli</i>	Deshidratación, desnutrición, anemia, retraso en el crecimiento

---

Fuente: Avellaneda, et al 2011

### 2.13.3 Virus

Tabla 4 Enfermedades y síntomas producidos por virus

BACTERIAS	SÍNTOMAS
<i>Enterovirus</i>	Diarrea. Desnutrición. Problemas respiratorios. Problemas de la vista.
<i>Virus de la hepatitis A y E</i>	Inflamación del hígado.
<i>Rotavirus</i>	Deshidratación. Desnutrición. Retardo en el crecimiento.

---

Fuente: Avellaneda, et al 2011

### 2.13.4 Químicos

Hidrocarburos, detergentes, plásticos, flúor, cobre, arsénico, otros metales pesados, derivados del azufre y del nitrógeno, etc.

Tabla 5. Enfermedades de origen Hídrico por Contaminantes químicos

AGENTE	CAUSA Y VIA DE TRANSMISION	SÍNTOMAS
Nitratos/ Nitritos	Excretas humanas, aguas residuales	Metahemoglobina, Carcinógenos
Arsénico	Constituyente natural del suelo, actividad industrial	Riesgo solo por ingesta de hidroarsenicismo crónico, neuropatía periférica, cambios de pigmentación en engrosamiento de la piel (hiperqueratosis), cáncer de piel, pulmones, riñones y/o vejiga
Flúor	Constituyente natural del suelo, actividad industrial	Riesgo por deficiencia o por exceso. En este último caso pigmentación dental, alteración de osteogénesis
Cobre	Constituyente natural del suelo, actividad industrial, lixiviación y/o corrosión de tuberías y griferías	Riesgo por deficiencia o por exceso. Trastornos gastrointestinales (náuseas, vómitos, diarreas)
Plaguicidas clorados	Actividad agrícola	Neuropatía periférica, hepatotoxicidad, carcinógenos
Hidrocarburos bencénicos	Industria, petroquímica, oleoductos, transporte	trastornos de conducta, aplasia medular, leucemia
Hidrocarburos halogenados	Industria, petroquímica, oleoductos, transporte	Hepatotoxicidad, Neurotoxicidad, Carcinógenos
Hidrocarburos destilados del petróleo	Oleoducto, transportes, estaciones de servicio	Trastornos de conducta, hepato, nefro y neuro toxicidad

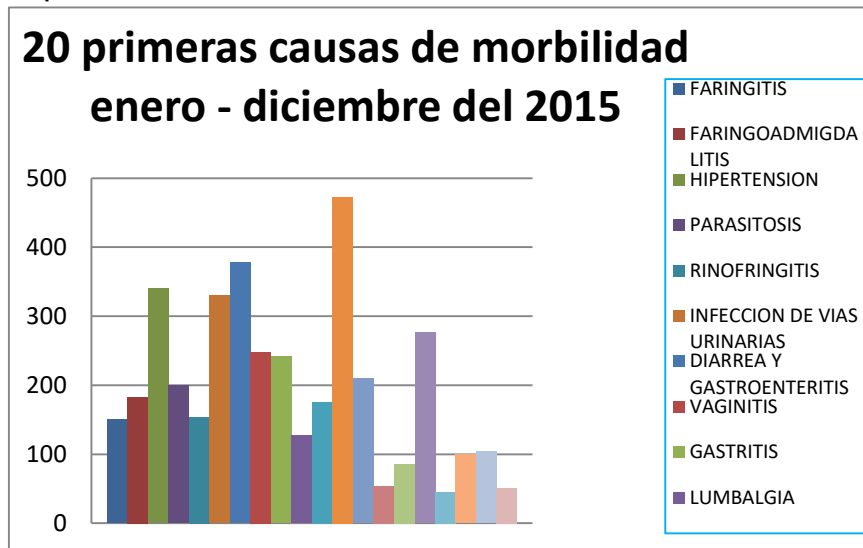
Elaborado por: Ing. Carlos González Arteaga 2013

Fuente: Enfermedades de origen hídrico. 2004

## 2.14 DATOS RECOPIADOS DEL CENTRO DE SALUD DE “MANANTIALES”

En el presente grafico se detallan los datos proporcionados por el centro de salud de Manantiales donde se evidencian el número de personas que fueron atendidos padeciendo algún tipo de enfermedad debido a que es el único centro de salud que se encuentra en la comuna datos recopilados durante el año 2015 y de enero a julio del 2016.

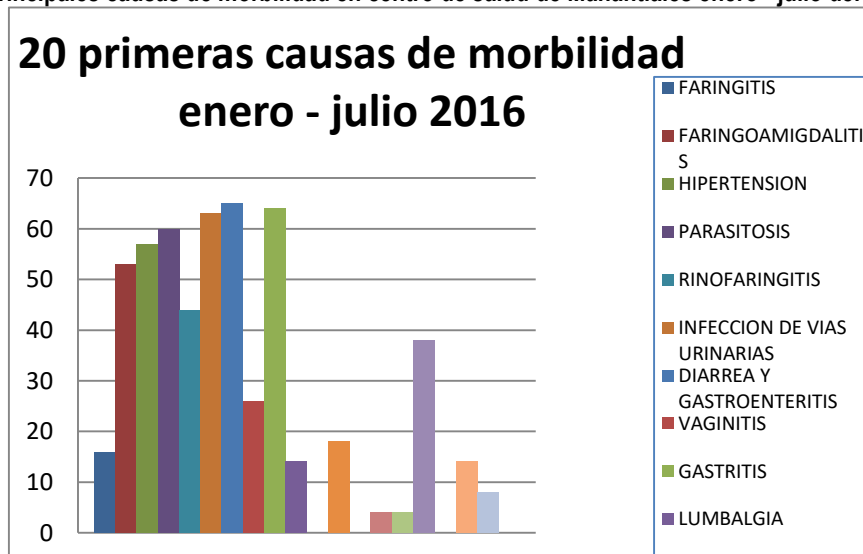
Gráfico 4. Principales causas de morbilidad en centro de salud de Manantiales enero - diciembre del 2015



Fuente: Centro de salud manantiales, 2016

En el año 2015 se destacaron principalmente enfermedades de la piel como dermatitis con 473 casos, seguido de diarrea y gastroenteritis con 378 casos y en tercer lugar hipertensión con 340 casos.

Gráfico 5. Principales causas de morbilidad en centro de salud de Manantiales enero - julio del 2016



Fuente: Centro de salud manantiales, 2016

En lo que va del año 2016 de enero a julio se destacaron principalmente enfermedades de diarrea y gastroenteritis con 65 casos, seguido de gastritis con 64 casos y en tercer lugar infecciones a las vías urinarias con 63 casos.

## **2.15 AGUA POTABLE**

Muñoz *et al* (2013) el agua potable o agua de consumo humano es aquella que podemos consumir o beber sin que exista peligro para nuestra salud. La ley ecuatoriana indica que el agua para ser consumida debe cumplir con las normas INEN 1108 por lo tanto el agua potable no debe contener sustancias o microorganismos que puedan afectar a la salud y provocar enfermedades.

Según la OMS (2006) Describe una gestión preventiva de seguridad del agua para consumo que consta de cinco componentes.

Metas de protección de la salud basadas en una evaluación de los peligros para la salud.

Evaluación del sistema de abastecimiento de agua para determinar si puede, en su conjunto (del origen del agua al punto de consumo, incluido el tratamiento), suministrar agua que cumpla con las metas de protección de la salud.

Monitoreo operativo de las medidas de control del sistema de abastecimiento de agua que tengan una importancia especial para garantizar su inocuidad.

Planes de gestión que documenten la evaluación del sistema y los planes de monitoreo, y que describan las medidas que deben adoptarse durante el funcionamiento normal y cuando se produzcan incidentes, incluidas las ampliaciones y mejoras, la documentación y la comunicación.

Un sistema de vigilancia independiente que verifica el funcionamiento correcto de los componentes anteriores.

## **2.16 ESTACIÓN DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE (ETAP)**

La compañía DISEPROSA s.f. indica que una ETAP se denomina a la estación de tratamiento de agua potable que es conjunto de estructuras y sistemas que

se encargan de tratar el agua de manera que se vuelva apta para el consumo humano. Existen diferentes tecnologías para potabilizar el agua, pero todas deben cumplir los mismos principios:

- Combinación de barreras múltiples para alcanzar bajas condiciones de riesgo.
- Tratamiento integrado para producir el efecto esperado.
- Tratamiento por objetivo cada etapa del tratamiento tiene una meta específica relacionada con algún tipo de contaminante.

### **2.16.1 Tipos de planta ETAP**

Las ETAP pueden clasificarse de acuerdo al proceso que la conforma según Moreno (2011) pueden considerarse los siguientes tipos.

#### ***2.16.1.1 ETAP de tecnología convencional***

Incluye los procesos de coagulación, floculación, decantación (o sedimentación) y filtración.

#### ***2.16.1.2 ETAP de filtración directa***

Incluye los procesos de coagulación-decantación y filtración rápida, y se puede incluir el proceso de floculación.

#### ***2.16.1.3 ETAP de filtración en múltiples etapas (FIME)***

Incluye los procesos de filtración gruesa dinámica, filtración gruesa ascendente y filtración lenta en arena.

Además, se pueden usar múltiples combinaciones de procesos y tecnologías para que puedan remover determinado contaminante.

## **2.17 AGUA ENTUBADA**

Según define Yacelga (2010) el agua entubada es aquella que es extraída por tuberías para el consumo humano y requiere de un tratamiento.

Para la creación de este sistema requiere una estructura para su captación extracción, almacenamiento y distribución y puede ser bombeada hacia los consumidores finales

### **2.17.1 Importancia del agua entubada**

El mismo autor señala que los sistemas entubados tienen múltiples ventajas. Pero sin duda la mayor ventaja sería el mayor acceso al agua a múltiples personas y comunidades. Además, que al entubar el agua se considera que puede reducir el riesgo de contaminación no obstante se requerirá un tratamiento. Pero para esto se debe de crear un sistema que sea analizado por técnicos, con sus respectivos mantenimientos, de manera que pueda brindar un agua de fácil y acceso, pero sobretodo seguro.

## **2.18 CLORACIÓN**

El cloro es un excelente desinfectante usado y aceptado en todo el mundo para potabilizar el agua para consumo humano. Las enfermedades propagadas por el agua cólera, fiebre tifoidea, disentería y hepatitis A, han disminuido gracias al uso de este desinfectante. El cloro pasa a matar o los microorganismos en ella contenidos. Además de ofrecer un bajo costo y eficacia (Yacelga 2010).

La OMS indica que Normalmente, tras un tiempo de actuación de unos 30 minutos, con 0.5mg/l de cloro, con un pH de 7.5 basta es suficiente para la para desinfección.

Generalmente lo que busca es la destrucción de los microorganismos que provocan enfermedades por eso su presencia en el agua dentro de los límites permitidos son un indicador de buena aptitud sanitaria.

## **2.19 PROPIEDADES HIDROLÓGICAS DE LA LAS ROCAS**

Paguay y Galarza (2011) indica que las propiedades de las rocas están íntimamente relacionadas entre sí ya que en general es la propiedad que tiene una roca para permitir que un fluido traspase, sin alteran su condición y pueda

circular sin dificultad. Mediante un gradiente de presión, a través de sus poros. Esto indica las siguientes propiedades.

### **2.19.1 Porosidad**

La porosidad es una medida del pequeño espacio volumétrico que existe entre los granos que conforman una roca, la cual es representada por un valor porcentual que define la relación entre el volumen poroso y el volumen total de la roca.

La principal y más popular clasificación de la porosidad de las rocas es la siguiente:

**Absoluta:** La porosidad absoluta considera como el volumen poroso total de poros, estén o no interconectados.

**Efectiva:** La porosidad efectiva se refiere al porcentaje de poros interconectados que permiten la circulación de fluidos. O se considera como el volumen poroso solamente conectado entre sí.

**No Efectiva:** esta porosidad no efectiva representa la diferencia entre las porosidades anteriores, es decir, la porosidad absoluta y la efectiva.

### **2.19.2 Permeabilidad**

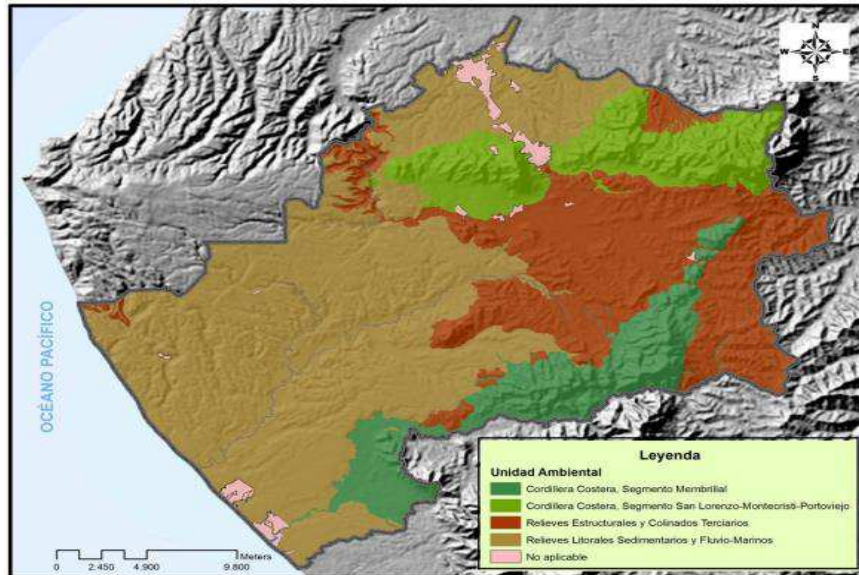
Las rocas están asociadas a la propiedad de que tiene un fluido para permitir que atraviese con facilidad el fluido y sin alterar su estructura interna, mediante un gradiente de presión. Mientras una roca tenga alta capacidad para permitir el movimiento de un líquido a través de sus poros interconectados.

## **2.20 GEOMORFOLOGÍA**

La geomorfología es la rama de la geología y de la geografía que estudia las formas de la superficie terrestre. Las formas de la superficie terrestre son el resultado de un balance dinámico que evoluciona en el tiempo entre procesos constructivos y destructivos, este proceso se conoce como ciclo geográfico.



Mapa 2. Mapa geomorfológico del cantón Montecristi



Fuente IEE, 2011

Elaborado: Valverde O, 2013

Entre las unidades ambientales geomorfológicas encontradas del cantón Montecristi se encuentran. La cordillera costera, segmento san Lorenzo-Montecristi-Portoviejo; Cordillera costera segmento Menbrillal; Relieves estructurales y colinados terciarios; Relieves litorales sedimentos y fluvio marinos

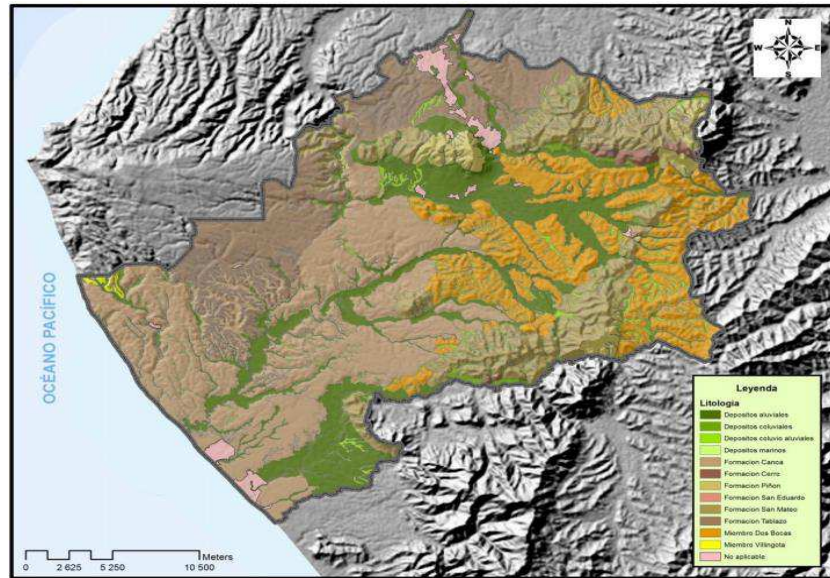
La zona de estudio de Manantiales se encuentra en los Relieves Litorales Sedimentarios y Fluvio Marinos que ocupa un área total de 36.879,04 ha, correspondiente al 50 % del área total del cantón, localizados en mayor porcentaje en la mitad oeste y en menor porcentaje en la parte norte de y son de origen deposicional y denudativo. Además de que se encuentra en una planicie costera. Valverde (2013).

## 2.21 LITOLOGÍA

La litología es la parte de la geología que estudia a las rocas, especialmente de su tamaño de grano, del tamaño de las partículas y de sus características físicas

y químicas. Incluye también su composición, su textura, tipo de transporte, así como su composición mineralógica, distribución espacial y material cementante.

Mapa 3. Mapa litológico del cantón Montecristi



Fuente IEE, 2011

Elaborado: Valverde O, 2013

Dentro de la litología que se presenta en el área de estudio es la siguiente, estudios realizados por Valverde (2013)

*Depósitos Aluviales.* - Constituyen depósitos de edad cuaternaria constituidos por limos, arenas finas a medias y arcillas con presencia de gravas finas. Se encuentran distribuidos al norte y sur este del cantón formando valles y terrazas aluviales, así como glacis de esparcimiento.

*Depósitos Coluviales.* - Constituyen depósitos cuaternarios ubicados al pie de las vertientes como consecuencia del transporte gravitacional de los materiales resultantes de la desintegración de los relieves primarios, comprendiendo bloques y gravas de arenisca en matriz limo arenosa.

*Depósitos Coluvio Aluviales.* - De edad cuaternaria, están compuestos por limos, arenas y clastos y depósitos aluviales compuestos de gravas, arenas y limos, que rellenan los valles formados por los ríos y parte de las cuencas hidrográficas.

## **2.22 EDUCACIÓN AMBIENTAL**

Morín citado por Novo (2009) El carácter egocéntrico de la educación ambiental se asienta sobre: la noción del ser humano como ser eco dependiente, que incluye a su entorno en su principio de identidad.

Cumbre de rio (1992) La educación es fundamental para adquirir conciencia, valores y actitudes, técnicas y comportamientos ecológicos y éticos en consonancia con el desarrollo sostenible. La educación ambiental es el proceso permanente de carácter interdisciplinario destinado a la formación de una ciudadanía que reconozca valores, aclare conceptos y desarrolle las habilidades y las actitudes necesarias para una convivencia armónica entre seres humanos, su cultura y su medio biofísico circundante. Para una cultura de cambio se requiere la participación de todos, por lo que es indispensable desarrollar programas y actividades educativas dirigidos a distintos públicos.

## CAPITULO III

### 3 MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1 UBICACIÓN ÁREA DE ESTUDIO

El área de estudio comprende la comuna denominada “Manantiales” la cual por derecho de territorio pertenece al cantón Montecristi, esta corresponde a una comunidad rural que abarca una franja larga y se encuentra localizada a unos 60 minutos del centro de la ciudad de Montecristi al sur de Manabí. Posición geográfica (S 1° 34'24.93" 79°38'40.91").

Mapa 4. Ubicación área de estudio



Fuente: Google Earth, 2015

#### 3.2 CARACTERÍSTICAS CLIMATOLÓGICAS

##### 3.2.1 Clima

El clima de la zona de estudio se clasifica en la región bioclimática sub desértico tropical

### **3.2.2 Precipitación**

De acuerdo con la información proporcionada por el (INAMHI,2015), presenta una Precipitación media anual entre 375 y 440 mm.

### **3.2.3 Temperatura**

La temperatura media anual de la zona, varía entre 23,7°C y 26,2°C con un promedio de 25,1°C. El mes de agosto presenta el menor valor de temperatura y los más altos valores en los meses de enero y febrero, (época mayor lluvia) (PTOD,2014).

### **3.2.4 Humedad**

La humedad relativa fluctúa entre el valor medio interanual de 77%, el valor más alto 81% y el más bajo 73% (PTOD,2014).

### **3.2.5 Altitud**

Máxima: 76 m.s.n.m

Mínima: 42 m.s.n.m (Google Earth, 2016)

### **3.2.6 Vientos**

Se hallan vientos promedios de 11km/h desde el Oeste (INAMHI,2015).

## **3.3 TIPO DE INVESTIGACION**

Para el desarrollo de este estudio se utilizó la investigación descriptiva, también conocida como investigación estadística, donde se describen los datos de un impacto en todos sus componentes y su realidad. Además de una investigación participativa a causa de que surge un problema que se origina en la misma comunidad, con el objetivo de buscar una mejor calidad de vida.

### **3.4 VARIABLES**

#### **3.4.1 Variable dependiente**

- Agua entubada

#### **3.4.2 Variable independiente**

- Comuna de Manantiales

### **3.5 FACTORES DE ESTUDIO**

#### **3.5.1 Factores**

Factor A

Agua entubada de la comuna Manantiales época seca

Factor B

Agua entubada de la comuna Manantiales época lluviosa

### **3.6 NIVELES**

Para los factores en las aguas en los diferentes puntos de muestreo en la comuna de manantiales se utilizó el siguiente nivel

- **A<sub>1</sub>**: Agua presuntamente no apta para el consumo humano
- **A<sub>2</sub>**: Agua presuntamente apta para el consumo humano

### **3.7 NÚMERO DE REPETICIONES**

Para el desarrollo de esta investigación se utilizarán 3 repeticiones por cada punto de muestreo, con una frecuencia de 7 días, durante 3 semanas.

### 3.8 PUNTOS DE MUESTREO

**POZO:** (S 1°15'14.58'' O 80°44'34.80'') Altitud 47 m.s.n.m

**TANQUE:** (S 1°15'51.28'' O 80°44'27.67'') Altitud 62 m.s.n.m

**GRIFO:** (S 1°15'38.64'' O 80°45'11.21'') Altitud 58 m.s.n.m

### 3.9 MANEJO EXPERIMENTAL

Para un mejor manejo experimental y determinación de la calidad de agua entubada para consumo humano se realizarán las siguientes fases

Tabla 6. Fases de manejo experimental

<p><b>FASE TÉCNICA</b></p>	<p>Recolección, registro y transporte</p>	<p>Recolección de muestra de agua de pozo                      Recolección de muestra de agua en tanque de almacenamiento                      Recolección de muestra de agua en llave de grifo (consumidor final)                      Preservación y etiquetado de la muestra                      Transporte de muestra                      Encuestas habitantes del sector                      Información de historial medico</p>																
<p><b>FASE DE ESTUDIO</b></p>	<p>Análisis físico químico microbiológicos</p> <p>Elaboración de base de datos</p> <p>Análisis estadístico</p> <p>Resultados y discusión</p>	<table border="0"> <tbody> <tr> <td>Color</td> <td>pH</td> </tr> <tr> <td>Olor</td> <td>Alcalinidad</td> </tr> <tr> <td>Sabor</td> <td>Cloro</td> </tr> <tr> <td>Turbidez</td> <td>Ortofosfatos</td> </tr> <tr> <td>Sólidos totales disueltos</td> <td>Amonio</td> </tr> <tr> <td>Temperatura</td> <td>Salinidad</td> </tr> <tr> <td>Conductividad</td> <td>Coliformes fecales</td> </tr> <tr> <td>Dureza cálcica</td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>Se tabularán los datos obtenidos tanto del campo como los de laboratorio</p> <p>Se realizará un análisis comparativo entre los datos obtenidos del TULSMA y normas INEN</p> <p>Presentación de resultados</p>	Color	pH	Olor	Alcalinidad	Sabor	Cloro	Turbidez	Ortofosfatos	Sólidos totales disueltos	Amonio	Temperatura	Salinidad	Conductividad	Coliformes fecales	Dureza cálcica	
Color	pH																	
Olor	Alcalinidad																	
Sabor	Cloro																	
Turbidez	Ortofosfatos																	
Sólidos totales disueltos	Amonio																	
Temperatura	Salinidad																	
Conductividad	Coliformes fecales																	
Dureza cálcica																		

### **3.9.1 Fase técnica**

En esta fase se realizó encuestas, la recolección de muestras en la zona y se obtuvieron datos para la realización del trabajo.

### **3.9.2 Metodología de evaluación y recolección de muestras**

#### **Determinación y frecuencia de muestreo.**

Las muestras se las tomó en el pozo, tanque de almacenamiento y consumidor final, con una frecuencia de 7 días, por tres semanas hay que tomar en cuenta que se recolectaron 3 muestras por cada punto.

#### **Periodo de recolección de la muestra**

La muestra se la tomo en la época seca en los meses de agosto y septiembre.

### **3.9.3 Técnica de muestreo**

Para la técnica de muestreo se utilizó recipientes de polietileno, estériles de alta densidad para determinaciones físicas, químicas y microbiológico. Los frascos fueron etiquetados. (Ver Imagen 15). Esto en base a NTE INEN 2176:98 Agua. Calidad del agua. Muestreo. Técnicas de muestreo.

#### **Recolección de muestras en pozo**

Para la recolección de la muestra en el pozo se dispuso de una bomba de agua, por lo cual se utilizó la técnica muestreo como de un grifo o salida de bomba.

#### **Recolección de muestras de aguas en depósitos**

Para la recolección de la muestra en el tanque de almacenamiento se llenó el frasco con la muestra, este se sostuvo por la parte inferior y se sumergió hasta una profundidad aproximadamente de 30 centímetros, con la boca del frasco ligeramente inclinada. Siempre se utilizó guantes.



## Recolección de muestra en grifo

En primer lugar, se tuvo la precaución de que el grifo esté conectado directamente a la red de distribución y sin accesorios o mangueras, etc. De otro modo esto sería una de las principales causas de contaminación. Se verifico que no se presenten fugas a través de los sellos o empaquetaduras del caño.

Se abrió el grifo hasta que alcanzo su flujo máximo y se dejó correr por 3 minutos el agua, para obtener la muestra se introdujo el frasco debajo del chorro de agua ligeramente inclinado.

### *3.9.3.1 Metodología para tabulación de encuestas*

Como una aportación extra al trabajo se elaboró una encuesta anónima a un grupo de 40 personas totalmente al azar que habitan en la comuna de Manantiales todas mayores de edad entre mujeres y hombre, tipo de encuesta dicotómica (Anexo1). Fueron 10 preguntas sencillas de opción cerrada, a cada persona se le explico detenidamente cada pregunta para su mayor información y esperar una respuesta acorde a la realidad.

### **3.9.4 Fase de estudio**

En esta fase se realizaron los análisis de laboratorio, la elaboración de base de datos y la interpretación de los resultados. Cumpliendo con los objetivos planteados

#### *3.9.4.1 Laboratorio*

Los análisis del agua se realizaron en las instalaciones del laboratorio de la Facultad de Ciencias Agropecuaria de la Universidad laica Eloy Alfaro de Manabí y en el laboratorio CE.SE.CA de la Universidad del cantón Manta.

#### *3.9.4.2 Análisis físicos químicos y microbiológicos.*

Tabla 7. Parámetros a evaluar y método utilizado.

PARÁMETROS	MÉTODO/ EQUIPO
Turbidez	Electrodo / Multiparametro
Sólidos totales disueltos	Electrodo / Multiparametro
Temperatura	Electrodo / Multiparametro
Conductividad	Método conductimétrico/ Multiparametro

Dureza cálcica	Método titulación
pH	Electrodo / Multiparametro
Alcalinidad	Método de titulación
Cloro	Método colorimétrico
Ortofosfato	Espectrofotómetro
Amonio	Espectrofotómetro
Salinidad	Método conductimétrico/ multiparametro
Coliformes totales	Número más probable
Olor	Propiedades organolépticas/ cualitativas
Sabor	Propiedades organolépticas/ cualitativas
Color	Propiedades organolépticas/ cualitativas

Fuente: Manual De Procedimientos Analíticos Para Aguas Y Efluentes

A continuación, se detallan los procedimientos de cada parámetro evaluados. En base al Manual de prácticas de análisis de aguas y de residuos líquidos por (Marín *et al*, 2013)

### **Color olor y sabor**

Por ser propiedades organolépticas se determinaron de acuerdo al criterio del investigador, en el caso del color fue medido por su textura. Así se establecieron niveles (sucio, turbio, cristalino y ninguno), de acuerdo al criterio de olor se establecieron (orgánico, metálico, agradable y ninguno) y en cuanto al sabor (dulce, dura, agria e insípida y ninguno).

### **Turbidez**

Se realizó la medición en el día del muestreo, en laboratorio mediante un turbidímetro, se utilizó una suspensión estándar de turbidez, 40 NTU, una vez calibrado el equipo se procedió a las lecturas de turbidez de las diferentes muestras.

### **Sólidos totales disueltos, Temperatura, pH, Conductividad y salinidad**

Se realizaron en un equipo multiparametro marca MERCK y sus lecturas se dan para TDS (mg/l); temperatura (°C); pH (unidades de pH); conductividad (us/cm); salinidad (mg/l)

### **Alcalinidad**

Se realizó mediante método de titulación, para ello se utilizó 20 ml de muestra y se adiciono 5 gotas de bromocresol. Se tituló la muestra con una solución de HCL 0.002 N, hasta obtener el color característico, se anotó el volumen del ácido consumido y se calculó la alcalinidad mediante ecuación.

### **Dureza**

Se utilizó 100 ml de la muestra en un erlenmeyer, se agregó 3 gotas de trietanolamina al 30% y 4mL de la solución de KOH al 20% se agito y se ajustó el pH entre 12 y 13 se adiciono 0.1 g de murexida. Se tituló con solución EDTA hasta obtener el color de la solución. Se calculó la dureza y el resultado se expresó en mg/l

### **Cloro**

Se utilizó un Kit test colorímetro, donde se tomaron 10 ml de muestra, y se le agrego 3 gotas de solución ortotolidina, se agito hasta obtener el color característico. El color de la muestra se comparó con la escala de concentración de cloro.

### **Amonio**

Se utilizó un espectrofotómetro Spectroquant pharo de MERCK, y un KIT de MERCK, código 1.14752.0002, 250 test.

Se procedió a pipetear en un tubo de ensayo la muestra preparada que en este caso fue de 5.0ml, se añadió 0.60ml del reactivo NH<sub>4</sub> -1, se homogeniza y se añadió una micro cuchara de reactivo NH<sub>4</sub>-2, se agito hasta que el reactivo se disuelva, se dejó reposar 5 minutos, para añadir la primera reacción de 4 gotas de reactivo NHH-3, se volvió a dejar en reposo 5 minutos para la segunda reacción. Se introdujo la muestra en una cubeta y se midió el fotómetro.

### **Ortofosfato**

Se utilizó un espectrofotómetro Spectroquant pharo de MERCK. Y un KIT de MERCK, código 1.14848.0001, 250 test.

Se procedió a pipetear en un tubo de ensayo la muestra preparada que en este caso fue de 5.0ml, se añadió 5 gotas del reactivo PO4-1, se homogeniza y se añadió 1 micro cuchara del reactivo PO4-2 se agito hasta que el reactivo se disuelva, se dejó reposar 5 minutos para que haga reacción. Se introdujo la muestra en una cubeta y se midió el fotómetro.

### **Coliformes Totales**

Se realizó mediante un análisis de conteo heterótrofo. Se elaboraron las soluciones para microbiología

Agua peptonada salina: Se pesó 1g, en una proporción equivalente al 0.1% de agua peptona salina, y se diluyo, mediante agitación y calentamiento, en 500ml de agua destilada.

PCA (Plate count Agar): Se pesó cierta cantidad de PCA y se diluyo mediante agitación y calentamiento, en un matraz Erlenmeyer con cierta cantidad ml de agua destilada, se cerró y se colocó en la autoclave para eliminar cualquier tipo de bacteria que esté presente y luego lo dejamos en la nevera hasta su uso. Se utilizó 27.5gr de PCA es un equivalente estándar para 1000ml de agua destilada de este equivalente procedemos a saber cuánto ml de PCA necesitamos y usamos una regla de 3

Técnica para la siembra en plate count agar (p.c.a.): Se retiró el PCA del congelador y se lo fundió en el microondas utilizando intervalos de 4 minutos, 3 minutos, 2 minutos y varios de 1 minuto hasta que se fundió totalmente; en el horno microondas se programó la mitad de potencia luego de esto se dejó el PCA en baño maría a 48°C hasta que se lo fuera a utilizar.

## CAPÍTULO IV

### 4 RESULTADOS

#### 4.1 Características época lluviosa

Estos datos se obtuvieron mediante pruebas realizadas por el municipio de Montecristi, que fueron colectadas en el campo en época de lluvia y se procedió al respectivo análisis de laboratorio, para poder determinar la calidad del agua que se está consumiendo (Ver anexo 7.

La misma que se realizó en el mes de febrero del presente año, en la cual se recolectó la muestra en un solo punto establecido (pozo) analizando parámetros físicos, químico microbiológico. A continuación, se describen los resultados.

Tabla 8. Parámetros físico químicos y microbiológicos Época Lluviosa

PARAMETRO	EXPRESADO COMO	LIMITE PERMISIBLE	MUESTRA 1 AGUA CRUDA
pH	Unidades	6,5-8,5	7,4
Color	UCV	15	10
Turbidez	N.T.U	5	6,8
Temperatura	°C	-	24
Solidos totales disueltos	mg/l	1000	950
Conductividad	Us/ cm	400	1250
Alc. Total	mg/l	-	700
Dureza	mg/l	-	650
Dureza manganésica	mg/l	-	-
Cloro residual	mg/l	0,3 a 1,5	0.05
Hierro total	mg/l	-	-
Amoniaco	mg/l	0,5	-
Manganeso	mg/l	-	-
Nitratos	mg/l	50	56
Nitritos	mg/l	3	2.6
Fluor	mg/l	1,5	-
Fosfatos	mg/l	0,3	-
Cloruros	mg/l	250	-
Sulfatos	mg/l	400	-
Bacterias	U.F.C / 100 ml	0	
Coliformes totales	U.F.C / 100 ml	< 1	210
Coliformes fecales	U.F.C / 100 ml	< 1	140

Fuentes: GAD Montecristi, 2016

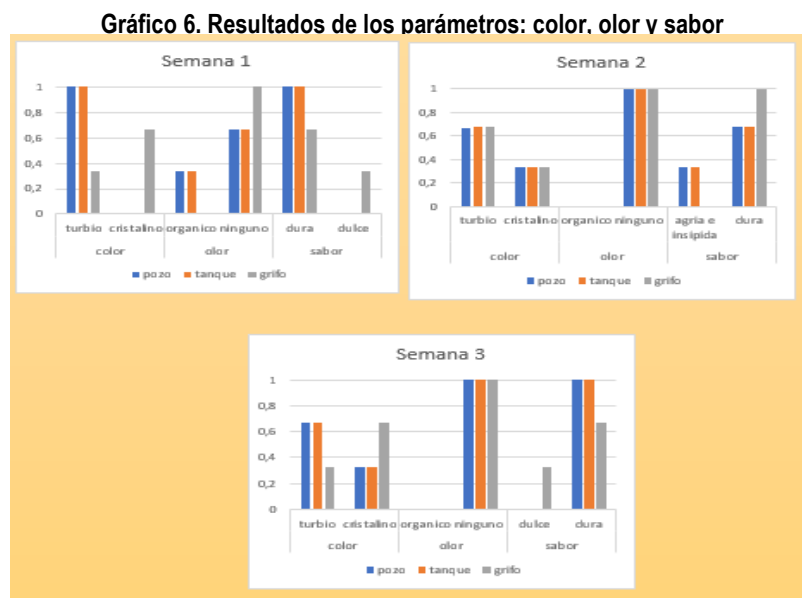
Durante los parámetros evaluados se obtuvieron los siguientes resultados turbidez (6.8 NTU), conductividad (1250 Us/ cm), dureza (650 mg/l), y nitratos (56 mg/l) están por encima de los valores máximos permitidos, en cuanto a los parámetros microbiológicos, muestras presencia de coliformes totales (210 U.F.C / 100 ml) y coliformes fecales (140 U.F.C / 100 ml) que sobrepasan los valores establecidos en la norma INEN 1108:2014 y TULSMA

## 4.2 Características físicas del agua Época seca

Los análisis físicos, químicos y microbiológicos del agua se realizaron en la Universidad laica Eloy Alfaro de Manabí en el Laboratorio de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, bajo la responsabilidad del Ing. Amado Alcivar

### 4.2.1 Análisis de los parámetros; color, olor y sabor

En cuanto a las características de su calidad física, el análisis de las variables: color, sabor, olor nos da una información preliminar si se trata de un agua de buena o mala calidad. Estos parámetros fueron analizados de acuerdo a la interpretación y distinción del evaluador en el Grafico 17. se observa la representación de los parámetros y las unidades consideradas para la evaluación de la calidad de agua



El agua por lo general se considera incolora, inodora e insípida, fueron 27 muestras analizadas y como resultado de la investigación, se presentó lo siguiente

En cuanto al parámetro de color en 18 casos (66.66%) se presentó agua turbia, 9 veces (33.34%) se presentó cristalina. El parámetro de olor mayormente no se obtuvo un olor característico por lo que 25 casos (92.59%) dieron como resultado ninguno por lo que se representó con una condición inolora y solo 2 veces (7.41%) se presentó un olor orgánico. Por su parte el sabor que más sobresale y se siente es agua dura que se representa en 23 casos (85.18%), y agria e insípido en 2 casos (7.41%) presentados y solo 2 caso (7.41%) se presentaron como agua dulce.

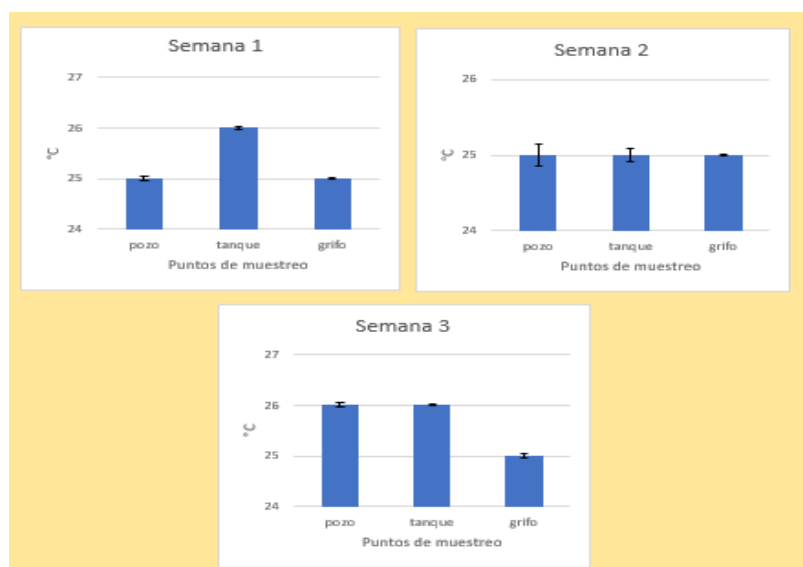
#### 4.2.2 Análisis del parámetro temperatura

Tabla 9. Resultados de temperatura de las muestras analizadas

	MUESTREO	TEMPERATURA	LIMITE PERMISIBLE
<b>semana 1</b>	Pozo 1	25,22	C.N +/- 3°
	Pozo 2	25,3	C.N +/- 3°
	Pozo 3	25,3	C.N +/- 3°
	Tanque 1	25,61	C.N +/- 3°
	Tanque 2	25,64	C.N +/- 3°
	Tanque 3	25,66	C.N +/- 3°
	Grifo 1	25,4	C.N +/- 3°
	Grifo 2	25,43	C.N +/- 3°
	Grifo 3	25,43	C.N +/- 3°
<b>semana 2</b>	Pozo 1	25	C.N +/- 3°
	Pozo 2	25,2	C.N +/- 3°
	Pozo 3	25,26	C.N +/- 3°
	Tanque 1	25,2	C.N +/- 3°
	Tanque 2	25,32	C.N +/- 3°
	Tanque 3	25,35	C.N +/- 3°
	Grifo 1	25,4	C.N +/- 3°
	Grifo 2	25,42	C.N +/- 3°
	Grifo 3	25,42	C.N +/- 3°
<b>semana 3</b>	Pozo 1	25,6	C.N +/- 3°
	Pozo 2	25,54	C.N +/- 3°
	Pozo 3	25,52	C.N +/- 3°
	Tanque 1	25,61	C.N +/- 3°
	Tanque 2	25,63	C.N +/- 3°
	Tanque 3	25,6	C.N +/- 3°

Grifo 1	25,4	C.N +/- 3°
Grifo 2	25,48	C.N +/- 3°
Grifo 3	25,47	C.N +/- 3°

**Gráfico 7. Resultados estadísticos de temperatura**



La temperatura es un factor natural, en la naturaleza mide la presencia de calor o frío respectivamente. Las muestras fueron analizadas en el periodo de agosto y septiembre del 2016.

El valor promedio en las 27 muestras analizadas es de 25,42 °C, la norma establece como límite permitido, condición natural +/- 3°C, por lo que se confirma que el agua de la comuna de manantiales se encuentra en condiciones normales.

Su valor máximo fue 25.66°C en la primera semana y su valor más bajo fue de 25,0° c en la segunda semana

#### 4.2.3 Análisis del parámetro solidos totales disueltos

**Tabla 10. Resultados de TDS de las muestras analizadas**

MUESTREO		TDS	LIMITE PERMISIBLE
<b>semana 1</b>	Pozo 1	900	1000 mg/l
	Pozo 2	908	1000 mg/l
	Pozo 3	903	1000 mg/l



<b>semana 2</b>	Tanque 1	978	1000 mg/l
	Tanque 2	970	1000 mg/l
	Tanque 3	970	1000 mg/l
	Grifo 1	973	1000 mg/l
	Grifo 2	973	1000 mg/l
	Grifo 3	905	1000 mg/l
	Pozo 1	963	1000 mg/l
	Pozo 2	947	1000 mg/l
	Pozo 3	947	1000 mg/l
<b>semana 3</b>	Tanque 1	929	1000 mg/l
	Tanque 2	938	1000 mg/l
	Tanque 3	904	1000 mg/l
	Grifo 1	926	1000 mg/l
	Grifo 2	912	1000 mg/l
	Grifo 3	935	1000 mg/l
	Pozo 1	930	1000 mg/l
	Pozo 2	931	1000 mg/l
	Pozo 3	930	1000 mg/l
<b>semana 3</b>	Tanque 1	903	1000 mg/l
	Tanque 2	990	1000 mg/l
	Tanque 3	990	1000 mg/l
	Grifo 1	993	1000 mg/l
	Grifo 2	993	1000 mg/l
	Grifo 3	930	1000 mg/l

Gráfico 8 Resultados estadístico de TDS

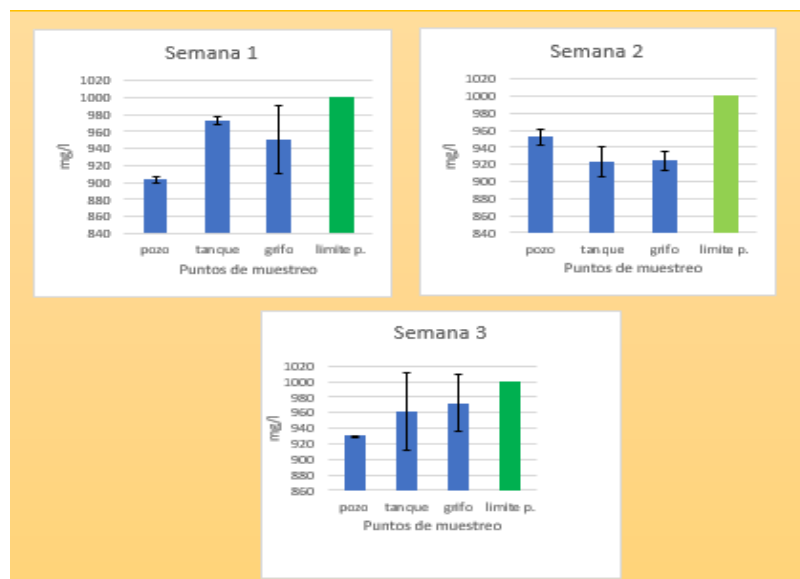
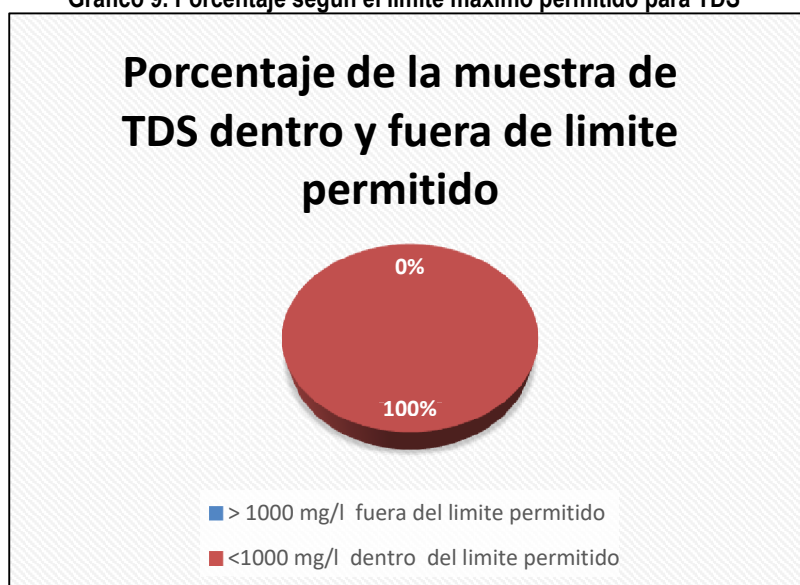


Tabla 11. Porcentaje de aceptación y rechazo de muestra de TDS, según la norma INEN 1108; agua potable requisitos

SOLIDOS TOTALES DISUELTOS (mg/l)		
Referencia	numero de muestras	%
> 1000 mg/l fuera del límite permitido	0	0,00
<1000 mg/l dentro del límite permitido	27	100,00
<b>TOTAL</b>	<b>27</b>	<b>100</b>

Gráfico 9. Porcentaje según el límite máximo permitido para TDS



Los TDS es la suma del peso de todas las sustancias disueltas en el agua, esto es normal a causa de que provienen del subsuelo, en condiciones bajas no causan ningún daño a la salud. Las muestras fueron analizadas en el periodo de agosto y septiembre del 2016.

El valor promedio en las 27 muestras analizadas es de 943,37 mg/l, la norma establece como límite permitido, 1000 mg/l, por lo que se confirma que el agua de la comuna de manantiales se encuentra en condiciones permitidas en cuanto al análisis de TDS como se visualiza en el Grafico 19.

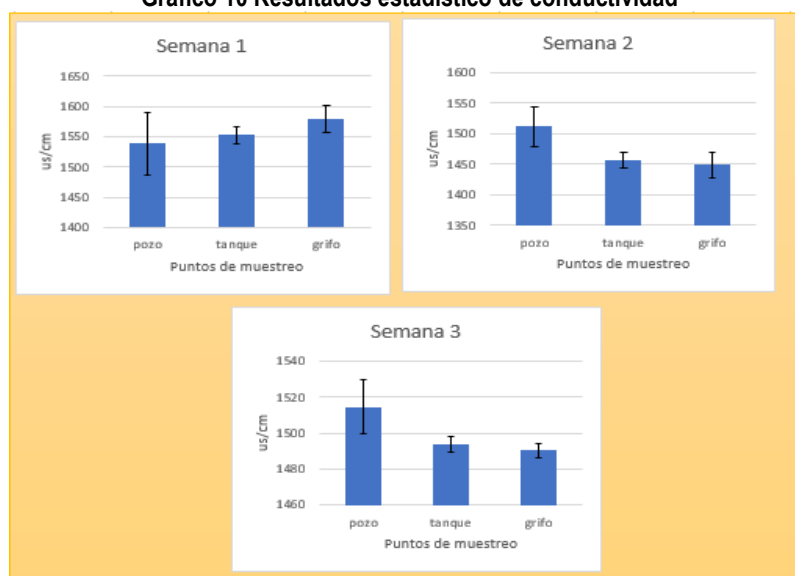
Su valor máximo fue 993 mg/l en la tercera semana y su valor más bajo fue de 900 mg/l en la primera semana.

#### 4.2.4 Análisis del parámetro conductividad

Tabla 12. Resultados de conductividad de las muestras analizadas

	MUESTREO	CONDUCTIVIDAD
<b>semana 1</b>	Pozo 1	1598
	Pozo 2	1516
	Pozo 3	1502
	Tanque 1	1566
	Tanque 2	1539
	Tanque 3	1553
	Grifo 1	1596
	Grifo 2	1554
	Grifo 3	1589
<b>semana 2</b>	Pozo 1	1550
	Pozo 2	1493
	Pozo 3	1493
	Tanque 1	1460
	Tanque 2	1469
	Tanque 3	1443
	Grifo 1	1452
	Grifo 2	1427
	Grifo 3	1469
<b>semana 3</b>	Pozo 1	1498
	Pozo 2	1520
	Pozo 3	1526
	Tanque 1	1489
	Tanque 2	1495
	Tanque 3	1497
	Grifo 1	1494
	Grifo 2	1486
	Grifo 3	1491

**Gráfico 10 Resultados estadístico de conductividad**



Este parámetro es natural en el agua a consecuencia de su contenido iónico se la hace portador de conductividad eléctrica y esto a medida que se aumenta la concentración iónica aumenta la capacidad para conducir corriente eléctrica. Las muestras fueron analizadas en el periodo de agosto y septiembre del 2016.

El valor promedio en las 27 muestras analizadas es de 1509,815 Us/cm, las normas tanto del Tulas como las normas INEN 1108 no establece un límite permitido.

Su valor máximo fue 1598 Us/cm en la primera semana y su valor más bajo fue de 1427 Us/cm en la segunda semana.

#### 4.2.5 Análisis del parámetro turbidez

**Tabla 13. Resultados de turbidez de las muestras analizadas**

	MUESTREO	TURBIDEZ	LIMITE PERMISIBLE
<b>semana 1</b>	Pozo 1	5,9	5
	Pozo 2	6,1	5
	Pozo 3	6,1	5
	Tanque 1	5,9	5
	Tanque 2	5,9	5
	Tanque 3	6,1	5
	Grifo 1	5,9	5

<b>semana 2</b>	Grifo 2	5,8	5
	Grifo 3	5,9	5
	Pozo 1	5,9	5
	Pozo 2	5,9	5
	Pozo 3	5,8	5
	Tanque 1	5,7	5
	Tanque 2	5,8	5
	Tanque 3	5,8	5
	Grifo 1	5,8	5
<b>semana 3</b>	Grifo 2	5,8	5
	Grifo 3	5,9	5
	Pozo 1	5,9	5
	Pozo 2	5,8	5
	Pozo 3	5,9	5
	Tanque 1	5,8	5
	Tanque 2	5,8	5
	Tanque 3	5,8	5
	Grifo 1	5,9	5
Grifo 2	5,9	5	
Grifo 3	5,8	5	

Gráfico 11. Resultados estadísticos de turbidez

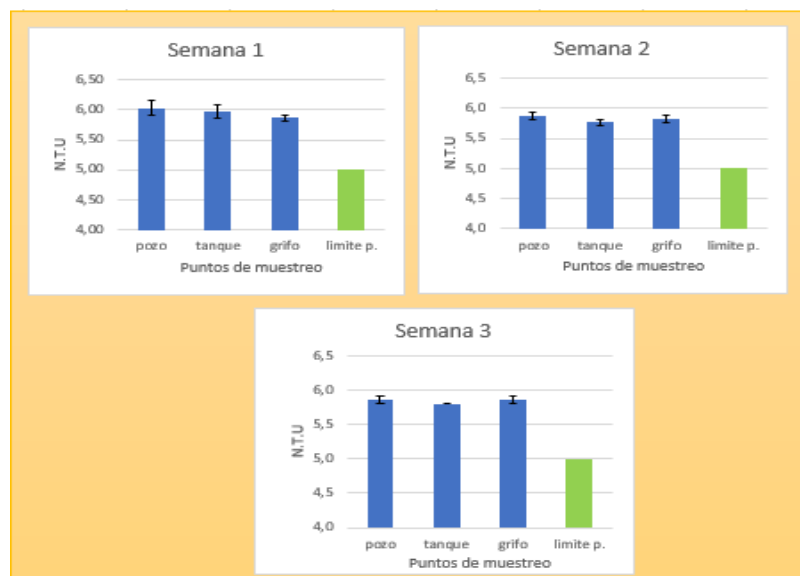
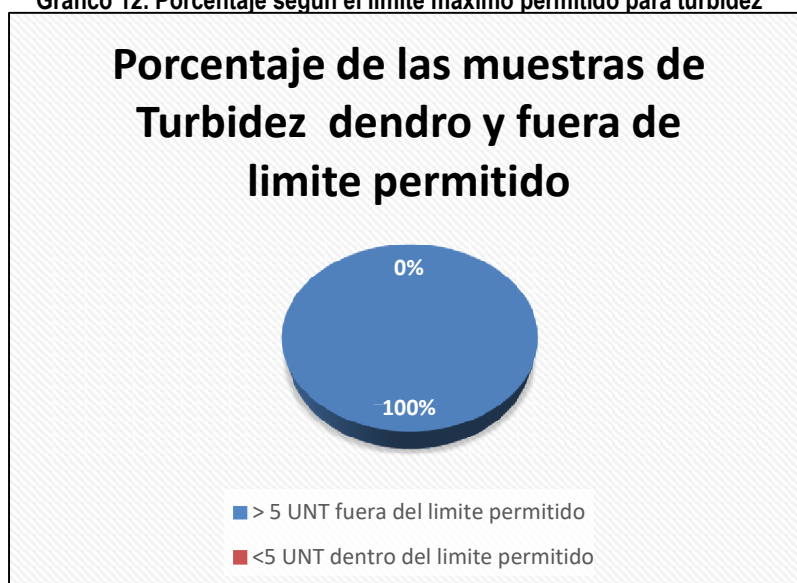


Tabla 14. Porcentaje de aceptación y rechazo de muestra de turbidez, según la norma INEN 1108; agua potable requisitos

Referencia	TURBIDEZ (UNT) numero de muestras	%
> 5 UNT fuera del límite permitido	27	100,00
<5 UNT dentro del límite permitido	0	0,00
<b>TOTAL</b>	27	100

Gráfico 12. Porcentaje según el límite máximo permitido para turbidez



La turbidez depende del material en suspensión que se encuentre en el agua. Las muestras fueron analizadas en el periodo de agosto y septiembre del 2016.

El valor promedio en las 27 muestras analizadas es de 5,87 NTU, la norma establece como límite permitido, 5 NTU, el 100% de las muestras analizadas está por encima del límite permitido por lo que se confirma que el agua de la comuna de Manantiales no se encuentra en condiciones permitidas en cuanto al parámetro de turbidez como se visualiza en el Grafico 22.

Su valor máximo fue 6,1 NTU en la primera semana y su valor más bajo fue de 5,7 NTU en la segunda semana.

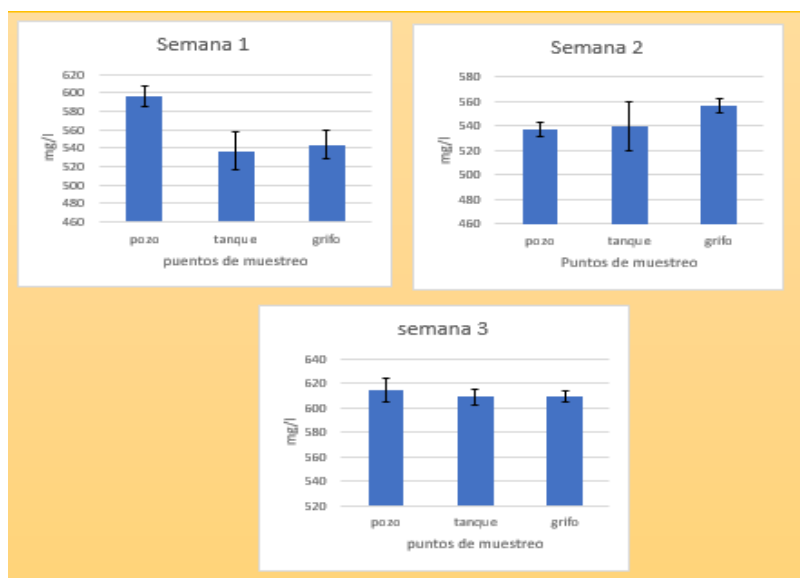
### 4.3 Características químicas del agua Época seca

#### 4.3.1 Análisis del parámetro alcalinidad

Tabla 15. Resultados de alcalinidad de las muestras analizadas

	MUESTREO	ALCALINIDAD
<b>semana 1</b>	Pozo 1	610
	Pozo 2	590
	Pozo 3	590
	Tanque 1	530
	Tanque 2	560
	Tanque 3	520
	Grifo 1	540
	Grifo 2	560
	Grifo 3	530
<b>semana 2</b>	Pozo 1	540
	Pozo 2	530
	Pozo 3	540
	Tanque 1	560
	Tanque 2	540
	Tanque 3	520
	Grifo 1	560
	Grifo 2	560
	Grifo 3	550
<b>semana 3</b>	Pozo 1	620
	Pozo 2	620
	Pozo 3	603
	Tanque 1	602
	Tanque 2	609
	Tanque 3	615
	Grifo 1	614
	Grifo 2	605
	Grifo 3	608

**Gráfico 13. Resultados estadísticos de Alcalinidad**



La alcalinidad se puede encontrar por la disolución de minerales básicos carbonatados. Las muestras fueron analizadas en el periodo de agosto y septiembre del 2016.

El valor promedio en las 27 muestras analizadas es de 571.33 mg/l, las normas tanto del Tulas como las normas INEN 1108 no establece un límite permitido.

Su valor máximo fue 620 mg/l en la tercera semana y su valor más bajo fue de 520 mg/l en la primera y segunda semana.

#### 4.3.2 Análisis del parámetro pH

**Tabla 16. Resultados de pH de las muestras analizadas**

MUESTREO		pH	LIMITE PERMISIBLE
<b>semana 1</b>	Pozo 1	8,04	6 - 9
	Pozo 2	7,97	6 - 9
	Pozo 3	8,05	6 - 9
	Tanque 1	8,39	6 - 9
	Tanque 2	8,41	6 - 9
	Tanque 3	8,43	6 - 9



<b>semana 2</b>	Grifo 1	8,8	6 - 9
	Grifo 2	8,82	6 - 9
	Grifo 3	8,74	6 - 9
	Pozo 1	8,30	6 - 9
	Pozo 2	8,41	6 - 9
	Pozo 3	8,43	6 - 9
	Tanque 1	8,83	6 - 9
	Tanque 2	8,76	6 - 9
	Tanque 3	8,76	6 - 9
<b>semana 3</b>	Grifo 1	8,56	6 - 9
	Grifo 2	8,59	6 - 9
	Grifo 3	8,72	6 - 9
	Pozo 1	8,89	6 - 9
	Pozo 2	8,90	6 - 9
	Pozo 3	9,02	6 - 9
	Tanque 1	8,95	6 - 9
	Tanque 2	9,05	6 - 9
	Tanque 3	9,10	6 - 9
Grifo 1	9,10	6 - 9	
Grifo 2	9,12	6 - 9	
Grifo 3	9,10	6 - 9	

**Gráfico 14. Resultados estadísticos de pH**

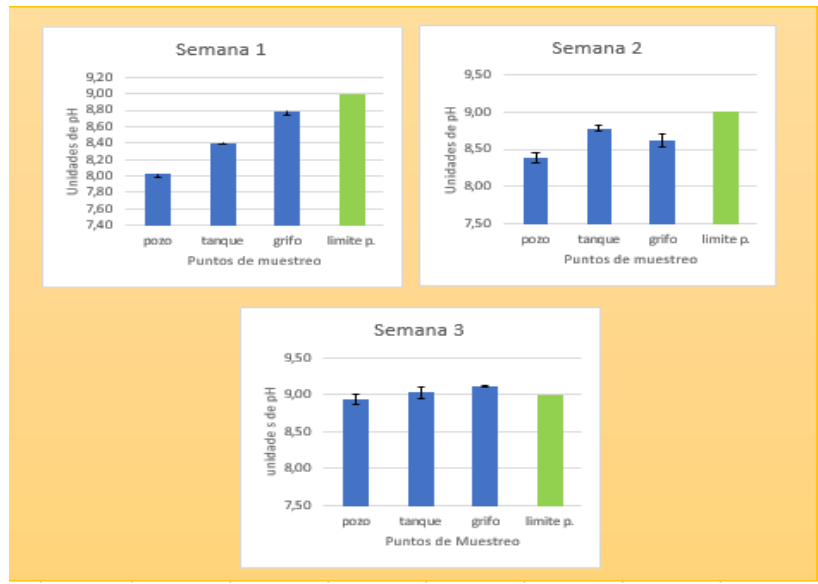
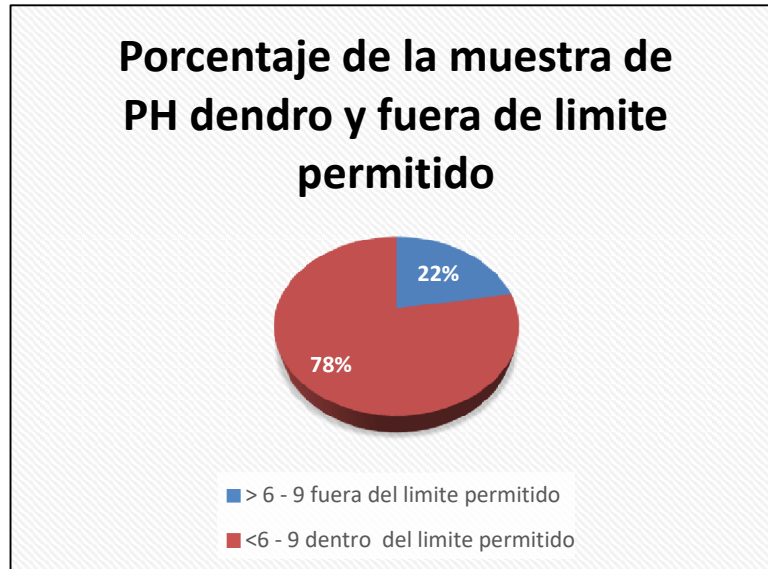


Tabla 17. Porcentaje de aceptación y rechazo de muestra de pH, normas Tulas

Referencia	pH (UNIDAD) Número de muestras	%
> 6 - 9	6	22,22
<6 - 9	21	77,78
<b>TOTAL</b>	<b>27</b>	<b>100</b>

Gráfico 15. Porcentaje según el límite máximo permitido para pH



El pH muestra la acidez o la alcalinidad del agua, un pH superior a 8 produce agua turbia e irritación en ojos, nariz y garganta. Las muestras fueron analizadas en el periodo de agosto y septiembre del 2016.

El valor promedio en las 27 muestras analizadas es de 8.68 unidades de pH, en la norma INEN 1108:2014 no se considera este parámetro sin embargo en la norma Tulsma establece como límite permitido, 6 – 9 unidades de pH. De los 27 análisis el 78% de las muestras analizadas está dentro del límite permitido y el otro 22% está fuera del límite permitido, como se visualiza en el Grafico 25.

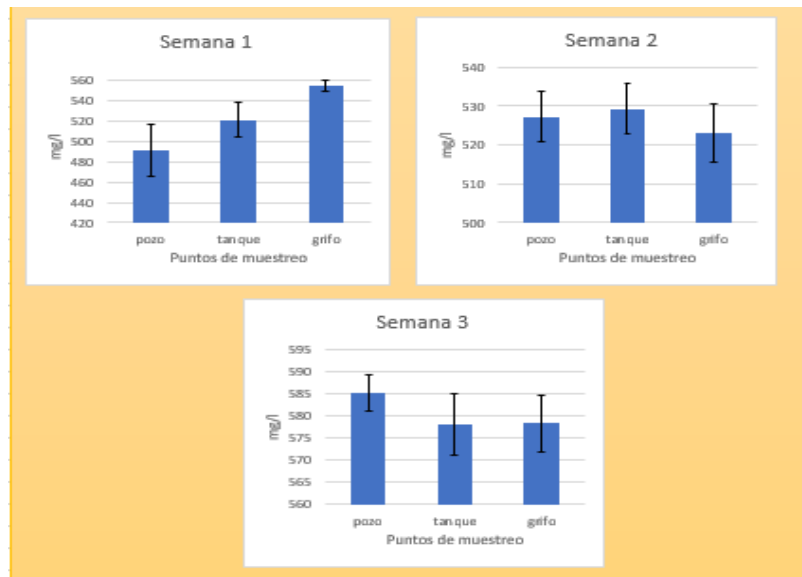
Su valor máximo fue de 9.12 unidades pH en la tercera semana y su valor más bajo fue de 7.97 unidades de pH en la primera semana.

### 4.3.3 Análisis del parámetro Dureza cálcica

Tabla 18. Resultados de Dureza de las muestras analizadas

	MUESTREO	DUREZA
<b>semana 1</b>	Pozo 1	480
	Pozo 2	520
	Pozo 3	472
	Tanque 1	512
	Tanque 2	510
	Tanque 3	540
	Grifo 1	550
	Grifo 2	560
	Grifo 3	553
<b>semana 2</b>	Pozo 1	520
	Pozo 2	532
	Pozo 3	530
	Tanque 1	523
	Tanque 2	536
	Tanque 3	529
	Grifo 1	530
	Grifo 2	515
	Grifo 3	524
<b>semana 3</b>	Pozo 1	586
	Pozo 2	589
	Pozo 3	581
	Tanque 1	581
	Tanque 2	583
	Tanque 3	570
	Grifo 1	581
	Grifo 2	583
	Grifo 3	571

**Gráfico 16. Resultados estadísticos de dureza**



Proviene por altos niveles de minerales de calcio, tiene la capacidad de consumir jabón y pueden provocar problemas cardiovasculares en la salud. Las muestras fueron analizadas en el periodo de agosto y septiembre del 2016.

El valor promedio en las 27 muestras analizadas es de 543 mg/l, las normas tanto del Tulas como las normas INEN 1108 no establece un límite permitido.

Su valor máximo fue 589 mg/l en la tercera semana y su valor más bajo fue de 472 mg/l en la primera semana.

#### 4.3.4 Análisis del parámetro cloro

**Tabla 19. Resultados de cloro de las muestras analizadas**

MUESTREO	COLORO	LIMITE PERMISIBLE
<b>semana 1</b>	Pozo 1	0,02
	Pozo 2	0,02
	Pozo 3	0,03
	Tanque 1	0,02
	Tanque 2	0,02
	Tanque 3	0,02
	Grifo 1	0,02

<b>semana 2</b>	Grifo 2	0,02	0.3-1.5 mg/l
	Grifo 3	0,02	0.3-1.5 mg/l
	Pozo 1	0,03	0.3-1.5 mg/l
	Pozo 2	0,02	0.3-1.5 mg/l
	Pozo 3	0,03	0.3-1.5 mg/l
	Tanque 1	0,02	0.3-1.5 mg/l
	Tanque 2	0,02	0.3-1.5 mg/l
	Tanque 3	0,02	0.3-1.5 mg/l
	Grifo 1	0,03	0.3-1.5 mg/l
<b>semana 3</b>	Grifo 2	0,02	0.3-1.5 mg/l
	Grifo 3	0,02	0.3-1.5 mg/l
	Pozo 1	0,02	0.3-1.5 mg/l
	Pozo 2	0,02	0.3-1.5 mg/l
	Pozo 3	0,02	0.3-1.5 mg/l
	Tanque 1	0,02	0.3-1.5 mg/l
	Tanque 2	0,03	0.3-1.5 mg/l
	Tanque 3	0,02	0.3-1.5 mg/l
	Grifo 1	0,02	0.3-1.5 mg/l
Grifo 2	0,02	0.3-1.5 mg/l	
Grifo 3	0,02	0.3-1.5 mg/l	

Fuentes: Autores de investigación

Gráfico 17. Resultados estadísticos de cloro

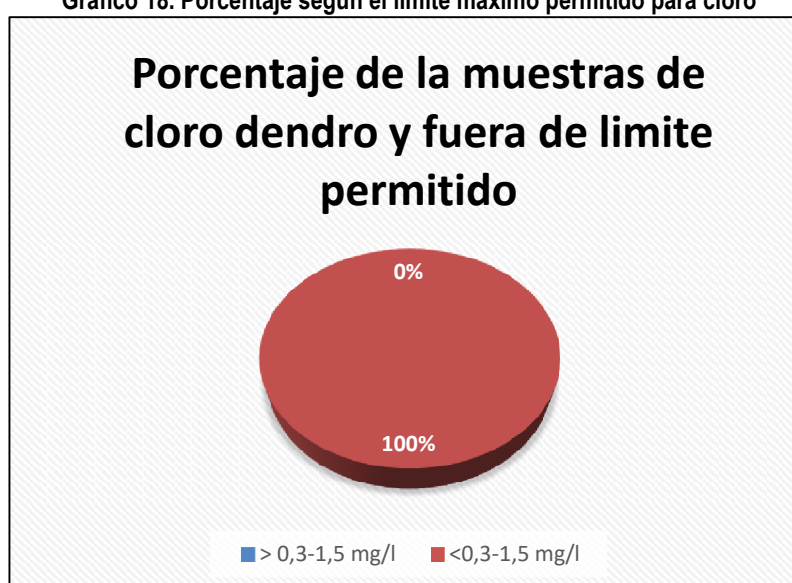


Tabla 20. Porcentaje de aceptación y rechazo de muestra de cloro según la norma INEN 1108; agua potable requisitos

Referencia	CLORO(mg/l)	
	Número de muestras	%
0,3-1,5 mg/l	0	0,00
<0,3-1,5 mg/l	27	100,00
<b>TOTAL</b>	27	100

Fuentes: Autores de investigación

Gráfico 18. Porcentaje según el límite máximo permitido para cloro



El cloro libre se halla disuelto en el agua actúa como desinfectante en el agua para consumo humano, la ausencia de cloro puede contribuir a la presencia de bacterias. Las muestras fueron analizadas en el periodo de agosto y septiembre del 2016.

El valor promedio en las 27 muestras analizadas es de 0.022mg/l, la norma establece como límite permitido, 0.3 – 1.5 mg/l, por lo que se demuestra que el 100% de las muestras analizadas no alcanzan lo indicado en la norma INEN 1108:2014 como se visualiza en el Grafico 28.

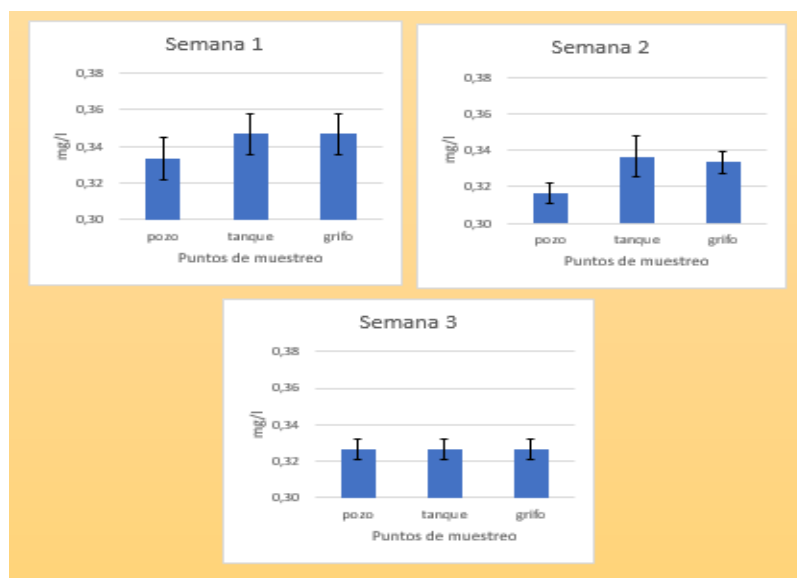
Su valor máximo fue 0.03 mg/l y su valor más bajo fue de 0.02 mg/l.

#### 4.3.5 Análisis del parámetro ortofosfato

Tabla 21 . Resultados de ortofosfato de las muestras analizadas.

	MUESTREO	ORTOFOSFATO
<b>semana 1</b>	Pozo 1	0,32
	Pozo 2	0,34
	Pozo 3	0,34
	Tanque 1	0,34
	Tanque 2	0,36
	Tanque 3	0,34
	Grifo 1	0,36
	Grifo 2	0,34
	Grifo 3	0,34
	<b>semana 2</b>	Pozo 1
Pozo 2		0,32
Pozo 3		0,31
Tanque 1		0,33
Tanque 2		0,35
Tanque 3		0,33
Grifo 1		0,33
Grifo 2		0,34
Grifo 3		0,33
<b>semana 3</b>		Pozo 1
	Pozo 2	0,33
	Pozo 3	0,32
	Tanque 1	0,32
	Tanque 2	0,33
	Tanque 3	0,33
	Grifo 1	0,33
	Grifo 2	0,32
	Grifo 3	0,33

**Gráfico 19. Resultados estadísticos de ortofosfato**



Los ortofosfatos se encuentran en la naturaleza sobretodo en minerales, es una sal soluble en el agua, puede provenir de drenajes agrícolas arrastradas por el lavado de las lluvias. Las muestras fueron analizadas en el periodo de agosto y septiembre del 2016.

El valor promedio en las 27 muestras analizadas es de 0.33 mg/l, las normas tanto del Tulas como las normas INEN 1108 no establece un límite permitido.

Su valor máximo fue 0.36 mg/l en la primera semana y su valor más bajo fue de 0.31 mg/l en la segunda semana.

#### 4.3.6 Análisis del parámetro amonio

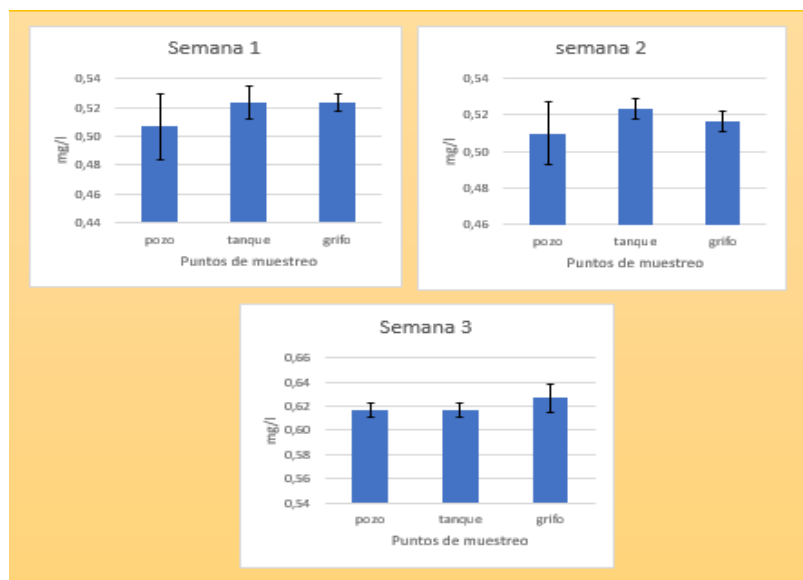
**Tabla 22. Resultados de amonio de las muestras analizadas.**

MUESTREO		AMONIO
<b>semana 1</b>	Pozo 1	0,48
	Pozo 2	0,52
	Pozo 3	0,52
	Tanque 1	0,53
	Tanque 2	0,53
	Tanque 3	0,51
	Grifo 1	0,52



<b>semana 2</b>	Grifo 2	0,53
	Grifo 3	0,52
	Pozo 1	0,52
	Pozo 2	0,52
	Pozo 3	0,49
	Tanque 1	0,52
	Tanque 2	0,53
	Tanque 3	0,52
	Grifo 1	0,52
<b>semana 3</b>	Grifo 2	0,51
	Grifo 3	0,52
	Pozo 1	0,62
	Pozo 2	0,62
	Pozo 3	0,61
	Tanque 1	0,62
	Tanque 2	0,62
	Tanque 3	0,61
	Grifo 1	0,62
Grifo 2	0,64	
Grifo 3	0,62	

Gráfico 20. Resultados estadísticos de amonio



El amonio es un indicador de posible contaminación del agua por bacterias, procede de procesos metabólicos agropecuarios. No tiene repercusiones inmediatas sobre la salud. Las muestras fueron analizadas en el periodo de agosto y septiembre del 2016.

El valor promedio en las 27 muestras analizadas es de 0.55 mg/l, las normas tanto del Tulas como las normas INEN 1108 no establece un límite permitido.

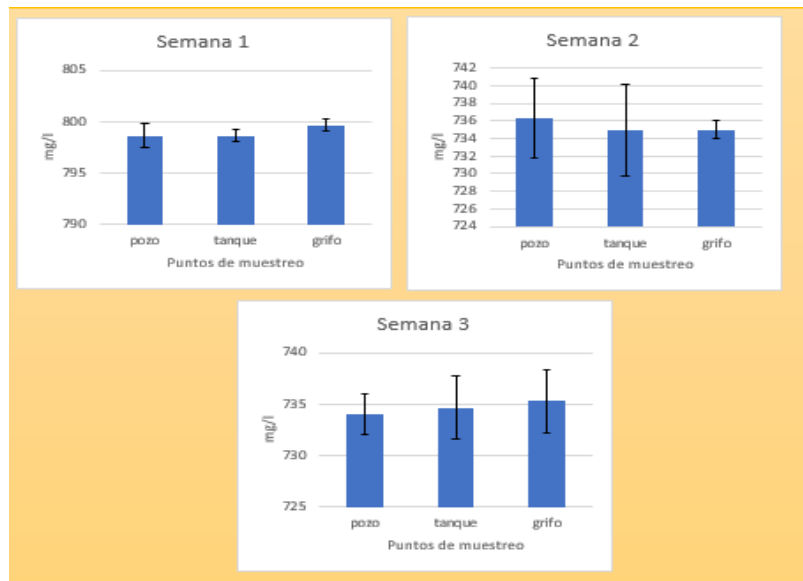
Su valor máximo fue 0.64 mg/l en la tercera semana y su valor más bajo fue de 0.48 mg/l en la primera semana.

#### 4.3.6.1 *Análisis del parámetro salinidad*

Tabla 23. Resultados de salinidad de las muestras analizadas

	MUESTREO	SALINIDAD
<b>semana 1</b>	Pozo 1	800
	Pozo 2	798
	Pozo 3	798
	Tanque 1	798
	Tanque 2	799
	Tanque 3	799
	Grifo 1	800
	Grifo 2	800
	Grifo 3	799
<b>semana 2</b>	Pozo 1	732
	Pozo 2	736
	Pozo 3	741
	Tanque 1	732
	Tanque 2	732
	Tanque 3	741
	Grifo 1	734
	Grifo 2	736
	Grifo 3	735
<b>semana 3</b>	Pozo 1	732
	Pozo 2	736
	Pozo 3	734
	Tanque 1	738
	Tanque 2	734
	Tanque 3	732
	Grifo 1	736
	Grifo 2	738
	Grifo 3	732

**Gráfico 21. Resultados estadísticos de salinidad**



Es el contenido de sales minerales disueltas en el agua, puede proceder de intrusión marina o de sedimentos marinos antiguos. Tiene repercusiones en la salud. Las muestras fueron analizadas en el periodo de agosto y septiembre del 2016.

El valor promedio en las 27 muestras analizadas es de 756.37 mg/l, las normas tanto del Tulas como las normas INEN 1108 no establece un límite permitido.

Su valor máximo fue 800 mg/l en la primera semana y su valor más bajo fue de 732 mg/l en la tercera semana.

#### 4.4 Características microbiológicas del agua Época seca

##### 4.4.1 Análisis del parámetro coliformes totales

**Tabla 24. Resultados de coliformes totales de las muestras analizadas**

MUESTREO		COLIFORMES TOTALES	LIMITE PERMISIBLE
<b>semana 1</b>	Pozo 1	90	< 1
	Pozo 2	90	< 1
	Pozo 3	90	< 1
	Tanque 1	107	< 1

<b>semana 2</b>	Tanque 2	107	< 1
	Tanque 3	107	< 1
	Grifo 1	185	< 1
	Grifo 2	185	< 1
	Grifo 3	185	< 1
	Pozo 1	89	< 1
	Pozo 2	89	< 1
	Pozo 3	89	< 1
	Tanque 1	120	< 1
	Tanque 2	120	< 1
	Tanque 3	120	< 1
	Grifo 1	170	< 1
Grifo 2	170	< 1	
Grifo 3	170	< 1	
<b>semana 3</b>	Pozo 1	91	< 1
	Pozo 2	91	< 1
	Pozo 3	91	< 1
	Tanque 1	104	< 1
	Tanque 2	104	< 1
	Tanque 3	104	< 1
	Grifo 1	176	< 1
	Grifo 2	176	< 1
	Grifo 3	176	< 1

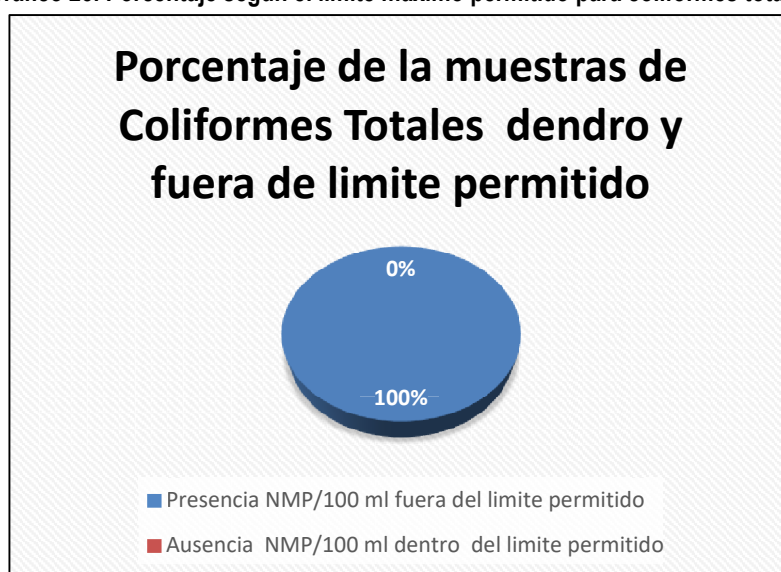
Gráfico 22. Resultados estadísticos de coliformes totales



Tabla 25. Porcentaje de aceptación y rechazo de muestra de coliformes totales según la norma INEN 1108; agua potable requisitos

COLIFORMES TOTALES (NMP/l)		
Referencia	numero de muestras	%
Presencia NMP/100 ml fuera del límite permitido	27	100,00
Ausencia NMP/100 ml dentro del límite permitido	0	0,00
<b>TOTAL</b>	<b>27</b>	<b>100</b>

Gráfico 23. Porcentaje según el límite máximo permitido para coliformes totales



Los coliformes totales son la materia orgánica que se encuentra en el agua pueden producir efectos dañinos en la salud, se puede dar por la filtración y fugas en las tuberías, que no dan garantía de seguridad, hay que considerar que este sector es agricultor por lo que se puede encontrar en su alrededores granjas animales y sembríos, además existen letrinas cerca de pozo, al no contar con un alcantarillado tienen pozos sépticos donde puede existir filtración, el tanque carece de limpieza y clorificación y no es herméticamente sellado. Las muestras fueron analizadas en el periodo de agosto y septiembre del 2016.

El valor promedio en las 27 muestras analizadas es de 127.77 NMP/100 ml la norma establece como límite permitido, ausencia, por lo que se confirma que el agua de la comuna de manantiales no se encuentra apta para consumo humano de acuerdo a la norma INEN 1108:2014. De los 27 análisis el 100% de las

muestras analizadas está fuera del límite permitido, como se visualiza en el Grafico 33.

Su valor máximo fue de 185 NMP/100 ml en la primera semana y su valor más bajo fue de 89 NMP/100 ml en la segunda semana.

#### 4.4.2 Comparación del pozo durante época seca y época lluviosa

Tabla 26. Tabla comparativa del pozo entre época seca y lluviosa

PARAMETRO	EXPRESADO COMO	EPOCA LLUVIOSA	EPOCA SECA	LIMITE PERMISIBLE
pH	Unidades	7,4	8,45	6 - 9
Color	UCV	10	-	15
Turbidez	N.T.U	6,8	5,9	5
Temperatura	°C	24	25,33	+/- 3º
Sólidos totales disueltos	mg/l	950	929	1000
Conductividad	Us/ cm	1250	1522	-
Alcalinidad	mg/l	700	583	-
Dureza cálcica	mg/l	650	534	-
Cloro residual	mg/l	0.05	0,02	0,3-1.5
salinidad	mg/l	-	756	-
Amonio	mg/l	-	0,54	-
Ortofosfato	mg/l	-	0,33	-
Nitratos	mg/l	56	-	50
Nitritos	mg/l	2.6	-	3
Coliformes totales	U.F.C / 100 ml	210	90	< 1
Coliformes fecales	U.F.C / 100 ml	140	-	< 1

Fuentes: Autores de investigación

Gráfico 25. Comparación de turbidez entre época seca y lluviosa

Gráfico 24. Comparación de TDS entre época seca y lluviosa

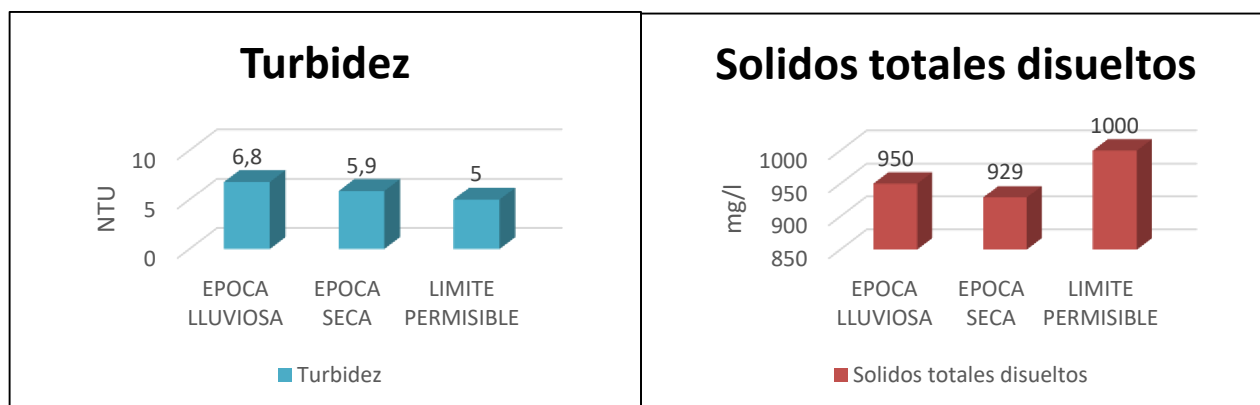


Gráfico 26. Comparación de conductividad entre época seca y lluviosa

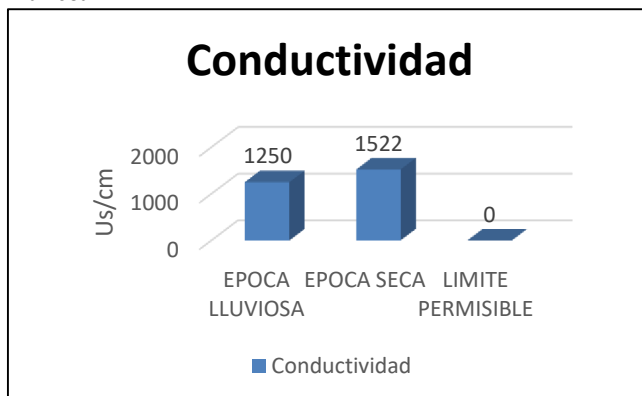


Gráfico 27. Comparación de dureza entre época seca y lluviosa

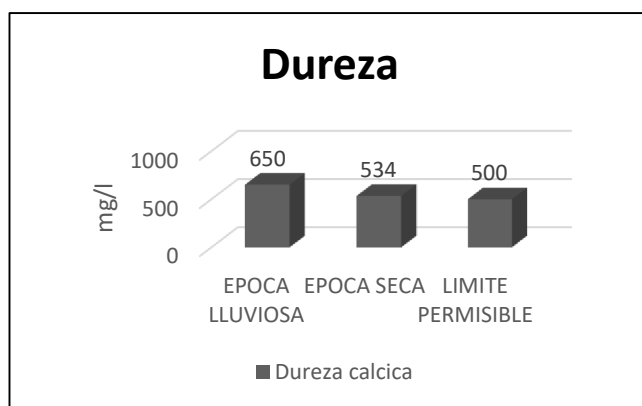


Gráfico 28. Comparación de cloro entre época seca y lluviosa

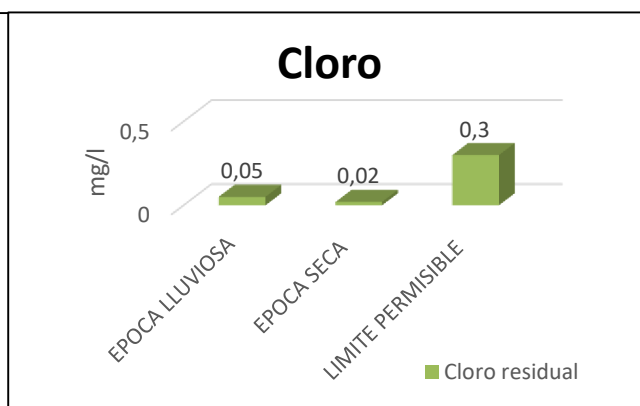
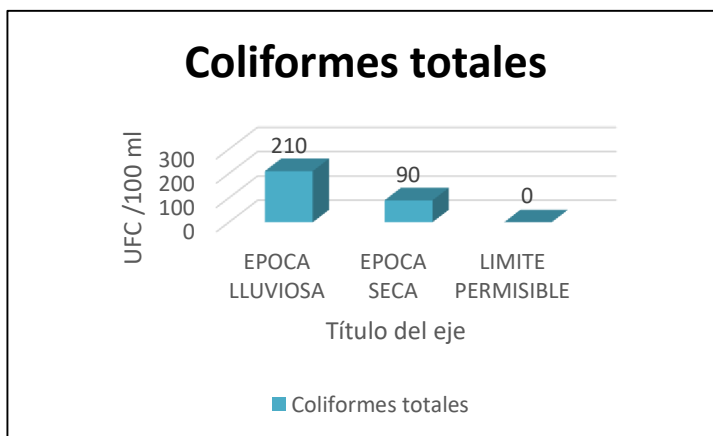


Gráfico 29. Comparación de coliformes totales entre época seca y lluviosa



En ambas épocas se puede observar que los parámetros sobrepasan los límites permisibles especialmente en la época lluviosa, los parámetros que están fuera de los límites máximos permitidos son la turbidez que se encuentra un poco

más elevada entre 6,8 NTU correspondiente a la época lluviosa y 5,9 NTU en época seca, mientras que los sólidos totales disueltos, se encuentran dentro del límite con 950 mg/l en época lluviosa y 929 mg/l en la época seca sobre 1000 mg/l que es lo que establece el límite máximo permitido.

En cuanto a la conductividad y la dureza en las normas de calidad de agua para consumo humano vigente no existe un valor definido como límite, sin embargo, para la dureza la OMS estableció un límite máximo de 500 mg/l, durante la época lluviosa se estableció 650 mg/l y durante la época seca 534 mg/l.

De igual forma en la DGSA (2011) reglamento de calidad de agua para consumo humano de Perú, indican que la conductividad puede llegar a un máximo de 1500  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Teniendo 1250  $\mu\text{S}/\text{cm}$  en la época lluviosa y 1522  $\mu\text{S}/\text{cm}$  en la época seca.

El cloro se encuentra muy bajo en ambas épocas y provoca la presencia de bacterias correspondiente a 0.05 mg/l en época lluviosa y 0.02 en época seca.

En ambas épocas se puede determinar la presencia de coliformes mucho mayor en la época lluviosa con 210 UFC/100 ml y en la época seca 90 NMP /100 estas son bacterias que pueden causar daño la salud, en la norma de calidad de agua para consumo humano vigente establece un límite de cero.



## CAPITULO V

### 5 DISCUSIÓN

Como propósito primordial de esta investigación se estableció describir y comparar los niveles de contaminación del agua entubada en la comuna de Manantiales y sus factores. Se ha podido confirmar la hipótesis propuesta de manera significativa comprobándose que la población de la comuna de Manantiales está consumiendo agua no apta para el consumo humano de acuerdo a las normas ecuatorianas INEN 1108:2014, requisitos de agua potable, considerando las variables pozo, tanque de almacenamiento y grifo, dando respuesta a los objetivos.

La utilización del agua del pozo es del 72.5% para consumo humano, mientras que 22.5% para riego y cultivos, esta situación constituye un factor de riesgo a la salud. Relacionado esto con estudios de agua subterránea en el cantón Pasaje desarrollado por Arbito 2014 donde el agua de pozo es principalmente destinada a actividades agrícolas con un 63% y un 36% para consumo humano.

Durante esta investigación se realizaron tres muestreos durante el periodo de agosto y septiembre del 2016 correspondiente a época seca en la región costa del Ecuador, y se determinó tres puntos de muestreo como corresponde al pozo que abastece a la comunidad, tanque de almacenamiento y el domicilio del consumidor final ubicados en la comuna de Manantiales, se analizaron un total de 27 muestras. Siguiendo especificaciones técnicas de muestreo de acuerdo a las normas técnicas ecuatorianas INEN 2176:1998. Tomando en cuenta los límites máximos permisibles del TULSMA y normas INEN:1108

De 27 muestras el 66.66% se encontró con un tono medianamente turbio, esto se atribuye a la presencia de partículas en suspensión que le dan este aspecto, Arbito (2014) indica que las aguas subterráneas del cantón pasaje tienen un color cristalino, e indican bajos niveles de sólidos totales.

El sabor fue de dureza en el 85.18%, esto puede ser ocasionado por el alto contenido de sales como magnesio y calcio en el agua subterránea, existentes en la localidad.

No se encontró un olor característico presente en el 92.59%. Lo cual puede significar baja concentración de materia orgánica y coliformes fecales, así como ácidos tóxicos.

La temperatura la norma indica un rango aceptable de  $\pm 3^{\circ}\text{C}$  en condiciones naturales, la temperatura del agua se encontró entre  $25 - 25.66^{\circ}\text{C}$  respectivamente. Es influenciado a causa que la temperatura del agua va en aumento, en los primeros metros con las temperaturas del subsuelo y por consiguiente del agua que aloja y están condicionadas por el clima, mientras que aproximadamente entre 20 y 60 metros son relativamente constantes, en los pozos profundos la temperatura está influida por el gradiente geotérmico de la Tierra que es de  $3^{\circ}\text{C}$  cada 100 metros (Bellino 2012).

Reino (2013) en aguas subterráneas en la ciudad de Riobamba el pozo de Llio tienen una profundidad alrededor de los 48 m con una temperatura del agua de  $13^{\circ}\text{C}$ , esto guarda relación con el tipo de clima en la zona debido a que Riobamba pertenece a la región sierra del Ecuador y tiene una temperatura entre 11 a  $21^{\circ}\text{C}$ .

Cahmorro (2011) resalta que los valores de sólidos totales disueltos en el pozo del sector de Omas, se encuentran en menor valor (238,2 ppm), mientras que en el pozo del sector Asia-Topa se presenta el mayor valor (1071 ppm). Teniendo en cuenta que 1 ppm es igual a 1 mg/l, se realizó una comparación de los resultados obtenidos eh indicó un promedio de 943,37 mg/l, las normas ecuatorianas indican un límite máximo permisible de 1000 mg/l. Esto se ve relacionada con la cantidad de sales y residuos orgánicos presentes en el agua. Los TDS lleven una correlación con la conductividad.

Las normas ecuatorianas no establecen un límite máximo permisible para la Conductividad, sin embargo, la DGSA (2011) el reglamento de la calidad de agua para consumo humano de Perú establece un límite máximo de 1500 us/cm. En Estados Unidos la conductividad del agua potable oscila entre 50 y 1500 us/cm. Con relación a los resultados se obtuvo un promedio de 1509 us/cm. Castillo *et al* (2009), realizaron estudios de las aguas subterráneas en los departamentos de La Paz y San diego en Colombia, cuya conductividad indica un valor mínimo de 221 us/cm mientras que su valor más alto 5270 us/cm.

Esto se debe a la suma de los minerales disueltos presentes en el agua en estado iónico. En general los pozos de conductividad baja corresponden a pozos de poca profundidad mientras que por lo contrario si la conductividad es media o alta los pozos son mucho más profundos superiores a los 150 m, también se ve relacionada con la cantidad de solidos totales disueltos.

De acuerdo a los análisis de turbidez el 100 % de las muestras se encontró fuera del límite máximo permisible, relacionado esto con estudios en la parroquia San Luis de la ciudad de Riobamba por Tierra (2015) indica que el 100 % de sus resultados en turbiedad se encuentran dentro del límite permitido, se explica la razón debido a que en el análisis se encontró con la presencia de materiales insolubles en suspensión estos son difíciles de decantar, y dan la apariencia de una agua turbia además la falta de mantenimiento y la limpieza aumenta significativamente las concentración de impurezas y sólidos.

Obviamente la turbidez que se encuentra en el pozo siempre será superior a la que podamos encontrar en el depósito y en el grifo de abasto, puesto que, aunque tengamos un periodo de tiempo pequeño entre la succión y la entrega representara una disminución de la turbiedad por los efectos de la decantación.

En el caso de la alcalinidad los resultados demostraron un promedio de 571 mg/l, la alcalinidad no plantea un riesgo directo en la salud, pero puede provocar obstrucción en las tuberías. Ponzio (2006) realizo análisis de las aguas subterráneas para consumo humano en Piamonte Argentina donde su valor más

alto es de 935 mg/l y su valor más bajo 358 mg/l. Se deduce que a medida que aumenta la profundidad y atraviesa los suelos calcáreos va aumentando su contenido de carbonatos y por lo tanto sube su valor de alcalinidad.

El pH en los 27 análisis realizados el 22% se encontraron fuera del límite máximo permitido que es 9 unidades. El pH fluctuó entre 7.97 y 9.12, esto da una representación de un agua alcalina, relacionado esto con estudios de aguas subterráneas por Mayorga (2007), demostró que el pH varío de 7.1 a 9.5 la autora indica que la desorción de un pH elevado es un probable mecanismo de liberación de Arsenio (As) en el agua subterránea,

La organización mundial de la salud (OMS), indica que los consumidores pueden tolerar una dureza del agua mayor a 500 mg/l, los resultados durante la investigación demostraron un valor promedio de 543 mg/l. Pérez et al (2003) en Zimapán México, señalo que el valor mayor encontrado es de 106.6 mg/l. Esto se puede interpretar por la cantidad de minerales en el suelo y que mediante la filtración y lavado de minerales presentes en el suelo como el calcio que se encuentra en la corteza de manera natural, puedan llegar al acuífero.

Con respecto al cloro el 100% de las muestras no representa un valor significativo con un promedio de 0.02 mg/l, mientras que la norma establece un límite máximo de 0.3 mg/l a 1.5 mg/l. Esto encuentra similitud con los estudios en Zimapán por Pérez *et al* (2003) donde se encuentran valores en los pozos de agua de 0.02mg/l de cloro, mientras que, por lo contrario, en investigación del agua entubada en Cotacachi por Reasco y Yar (2010) se encontraron valores de cloro 0.68 mg/l. Esto se debe a la aplicación de tratamiento y dosificación de cloro debido a que es un agente de calidad del agua, el exceso de cloro produce enfermedades estomacales mientras que la ausencia de cloro produce la proliferación de bacterias. La OMS indica que para que la desinfección sea eficaz, debe haber una concentración residual de cloro libre 0,5 mg/l tras un tiempo de contacto de al menos 30 min a un pH <8.0.

El fósforo en solución acuosa se encuentra generalmente en forma de ortofosfato, que es la parte asimilable por las plantas y un elemento esencial para el crecimiento biológico. En este estudio se encontró un promedio de 0.33 mg/l, son generadas por las descargas agrícolas que diariamente fluyen en la zona, además el empleo de detergentes, los cuales contienen grandes cantidades de fósforo, ha aumentado el contenido de fosfato en las aguas residuales y ha contribuido al problema de incremento del mismo en las fuentes receptoras. Suarez (2004), el fósforo se encuentra en 3 formas: ortofosfatos solubles, poli fosfatos inorgánicos y fosfatos orgánicos. En resumen, algunas aguas naturales contienen compuestos orgánicos de fosfato que son hidrolizados a ortofosfato. La norma ecuatoriana no se conoce algún límite máximo permitido, sin embargo la norma colombiana establece límites para la especie fósforo soluble. Según la norma Colombiana Resolución 2115 de 2007, en el artículo 7. Las características químicas que tienen consecuencias económicas e indirectas sobre la salud humana se establece que el valor aceptable para la concentración de fosfatos en el agua para consumo humano debe ser menor o igual a 0.5 mg/L de PO-3. (MPS y MAVDT, 2007)

El nitrógeno amoniacal se encuentra en solución acuosa, en forma de amonio, los resultados encontrados durante el estudio dieron un promedio de 0.55 mg/l NH<sub>4</sub>, mientras que estudios por Castillo *et al* (2009) en pozos de aguas subterráneas demostraron valores más bajo de los encontrados con 0.49 mg/l mientras que en otros pozos tuvieron valores superiores a 11.64 mg/l. Esto se puede explicar debido a la baja presencia de oxígeno disuelto en el agua, donde la nitrificación es insuficiente para la aportación extra de nitrógeno debido a la descomposición anaerobia del nitrógeno orgánico retenido en el acuífero como materia particulada. Según la OSE (2006) de Uruguay en la norma interna de calidad de agua potable establece un valor máximo permisible 1.5 mg/l

Aunque la salinidad no es un parámetro estándar primario en las normas ecuatorianas de consumo humano otros autores como Sterling (2010) indican un límite en el agua potable de 1000 ppm, teniendo en cuenta la relación de 1 ppm es igual a 1 mg/l, de acuerdo a los análisis de salinidad se obtuvo un promedio

de 756.37 mg/l. En los estudios de Cardona *et al* (2000) en la zona noroeste de México muestra que el 30% de los pozos del Distrito presenta una salinidad mayor a 1500 mg/l. La salinización del agua subterránea consiste en el incremento de sólidos totales.

Se puede explicar por varios supuestos debido al incremento de la salinidad, entre pozos se puede especular la intrusión salina, aunque el autor explica que también puede deberse a mezcla con aguas fósiles antiguas. Hay que tener en cuenta que la cercanía del mar a las zonas de estudio, es una indudable influencia que ejerce el agua marina sobre el agua subterránea, efecto que deriva una mezcla de aguas.

El 100 % de las muestras analizadas, presentaron contaminación microbiológica, destacando que la presencia de coliformes totales, va en aumento desde la red de agua hasta su consumidor final presentándose un promedio de 125.77 NMP/100 ml, relacionado esto con Marchand (2002) quien demostró que el 73.98% de muestras de aguas de pozo en Lima metropolitana, son inaptas para consumo humano, por la presencia de coliformes, sin tomarse en cuenta muestras con *Pseudomonas aeruginosa* y estreptococos fecales, considerando que si se tomaran en cuenta estos indicadores, el porcentaje se elevaría a un 94,64%. Esto guarda una relación y el problema radica principalmente que esta agua no recibe algún tratamiento previo y las condiciones higiénico sanitarias son deficientes, las características del suelo y la contaminación de la capa freática por excretas, también se evidencia la deficiente dosificación de cloro la posible contaminación por heces de animales que hay en los alrededores, filtraciones en las tuberías y deterioro en la infraestructura. Las normas ecuatorianas indican un nivel máximo permisible de <1 NMP/100ml es de decir ausencia, por lo que el agua no cumple con este parámetro.

## **CAPITULO VI**

### **6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **6.1 CONCLUSIONES**

Con esta investigación se conoció las condiciones del agua entubada provenientes del pozo en la comuna de Manantiales durante las épocas lluviosa y seca, del 2016, tomando en cuenta los niveles permitidos en la norma técnica ecuatoriana INEN 1108:2014. Agua potable requisitos y el TULSMA.

La encuesta realizada se describió que la principal actividad del agua es destinada para riego y agricultura con un 72.5% seguido de consumo humano con un 22.5%, siendo el ultimo el principal problema encontrado, por su afectación a la salud.

Durante la época lluviosa en el mes de febrero del 2016 los análisis físicos, químicos y microbiológicos realizados por el GAD de Montecristi, indican que los parámetros, de turbidez, conductividad, dureza cálcica y nitratos, están elevados por encima del límite permitido, igualmente se encuentra presencia de coliformes, incumpliendo la norma INEN 1108:2014.

En la época seca en los meses de agosto y septiembre del 2016, los análisis determinan que las aguas de la comuna de Manantiales del cantón Montecristi, provincia de Manabí. Se cataloga como agua no apta para el consumo humano, debido al incumpliendo de los requisitos, físicos químicos y microbiológicos de las normas de calidad vigente INEN 1108:2014, y TULSMA.

Posiblemente al uso de letrinas y pozos sépticos que se encuentran cerca de la fuente, donde pueda existir fugas y esparcirse e infiltrarse, la malograda infraestructura, que no se encuentra herméticamente cerrada, la ausencia de cloración y limpieza en los tanques de almacenamiento, filtraciones en la red de tuberías, presencia de ganado y cultivos cerca del punto de distribución o malas

conexiones internas o externas en la red de agua y distribución discontinua de agua que genera depósitos en las tuberías que generalmente no están ubicadas perfectamente horizontal.

Se realizó una comparación entre la época seca y lluviosa, el análisis muestra, que la contaminación más elevada está en la época lluviosa, probablemente debido a la existencia de escorrentías, elevación del nivel freático, el agua pluvial que arrastra la contaminación que se encuentra en la superficie, pudiendo filtrarse en el suelo y llegar al acuífero. Asimismo, el inadecuado mantenimiento del tanque de almacenamiento, y falta de concientización, aunque con algún tratamiento de potabilización y dosificación de cloro pueden llevar a condiciones óptimas para consumo. Esta agua es perfectamente utilizable para riego de cultivos.

## **6.2 RECOMENDACIONES**

Se sugiere a las autoridades crear un sistema de tratamiento y distribución de agua potable, que incluya un sistema de gestión que verifique constantemente sus estándares de calidad en tratamiento y entrega a los usuarios.

Dada la condición actual se recomienda un análisis microbiológico “parasitario” que evidencie en las tres instancias que son el pozo el tanque de almacenamiento y el usuario final de la comuna de Manantiales del cantón Montecristi, por la presencia de coliformes totales que lo contamina.

Brindar capacitaciones a la junta de recursos hídricos, conjunto con la comunidad, para un mejor manejo, conservación, racionalización y aprovechamiento de este recurso, mejorando la calidad de vida de las presentes y futuras generaciones.

Iniciar la gestión para desarrollar una obra de infraestructura eficiente que asegure el sistema de distribución desde su estación de bombeo del pozo hasta



el tanque de almacenamiento (impulsión) y desde el sistema de tratamiento a la distribución y entrega domiciliaria, ya que se evidencia fugas, así como filtraciones y ex filtraciones en la red que favorece su contaminación.

Ya que lo anteriormente planteado puede considerarse, acorde con las posibilidades económicas de la comuna un proceso mediato se deberá considerar realizar de manera emergente las siguientes acciones

Realizar un mantenimiento integral del tanque del reservorio que incluya la reparación de su infraestructura, así como elaborar un nuevo recubrimiento interno y externo que garantice su estanqueidad y eliminación de paredes irregulares o corrugadas que faciliten el fácil proceso de mantenimiento y limpieza y desinfección , reparación e instalación de válvulas de control de ingreso y salida, así como de vaciados para limpieza, cambio de tapa de ingreso, sistema de control de nivel y sistema de desinfección por inyección de cloro gas

Incentivar a la comunidad mediante, pagos de servicios ambientales con programas de conservación y protección del recurso naturales, en convenio con autoridades municipales o gubernamentales.

Pudiéndose recomendar en el hogar una dosificación de cloro, hervir el agua antes de consumirla, cerrar y limpiar herméticamente los almacenamientos de agua.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Aguinaga, S. s.f. Manual De Procedimientos Analíticos Para Aguas Y Efluentes (en línea), Laboratorio de DINAMA, Edición 1996 consultado 3 sep. 2016. disponible en [http://imasd.fcien.edu.uy/difusion/educamb/docs/pdfs/manual\\_dinama.pdf](http://imasd.fcien.edu.uy/difusion/educamb/docs/pdfs/manual_dinama.pdf)
2. Arbito, JA. 2015. Caracterización del agua subterránea para uso en actividades productivas y humanas, en el cantón Pasaje. Tesis Ing. Agr. Machala, EC. Universidad Técnica de Machala. 69 p.
3. Auge, M. 2007. Agua fuente de vida (en línea). La plata, AR. Universidad de Buenos Aires. consultado 12 set. 2016. Disponible en <http://tierra.rediris.es/hidrored/ebooks/miguel/AguaFuenteVida.pdf>
4. Avellaneda, R; Peñarato, P; Brañas, M. 2011. El agua es vida: el agua y las enfermedades infecciosas. Eds. MM Braña; WM Horna; G Braga. Iquitos, PE. JMD. 46 p.
5. BBC (Corporación Británica de Radiodifusión, UK). 2015. Por qué se está acabando el agua (en línea). Londres, UK. Consultado 22 de set. 2016 Disponible en [http://www.bbc.com/mundo/noticias/2014/08/140821\\_tierra\\_agua\\_escas\\_ez\\_finde\\_dv](http://www.bbc.com/mundo/noticias/2014/08/140821_tierra_agua_escas_ez_finde_dv)
6. Bellino, NO. 2012. Aguas subterráneas. conocimiento y explotación (en línea). Buenos Aires, AR. Universidad de Buenos Aires. Consultado 9 de nov. 2016. Disponible en <http://www.fi.uba.ar/archivos/aguasubterraneeas-2012.pdf>

7. Briceño, DE. 2013. Aplicación del modelo hidrogeológico para la determinación de las posibles afectaciones ambientales al agua subterránea y superficial en la revalera Quim del proyecto minero Mirador. Tesis Mar. Sc. Sangolqui, EC. Escuela politécnica del ejército. 186p
8. Cahmorro, CR. 2011. Evaluación de las aguas subterráneas del acuífero Asia-Osmas (en línea). Lima, PE. Ministerio de agricultura y Autoridad nacional del agua. consultado 7 nov. 2016. Disponible en [http://www.ana.gob.pe/sites/default/files/normatividad/files/evaluacion\\_de\\_agua\\_subterranea\\_del\\_acuifero\\_asia\\_-\\_omas\\_0.pdf](http://www.ana.gob.pe/sites/default/files/normatividad/files/evaluacion_de_agua_subterranea_del_acuifero_asia_-_omas_0.pdf)
9. Cardona, A; Del conde, JP; Carillo, JJ. 2000. Salinización del agua subterránea en un acuífero costero de la zona árida del noroeste de México: fuentes, mecanismos y reacciones químicas (en línea). Aguas Subterráneas. Suplemento - XI Congresso Brasileiro de Águas Subterráneas. Consultado 7 nov. 2016. Disponible en <https://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/view/24136/16165>.
10. Castillo, A; Osorio, YY; Vence, LP. 2009. Evaluación de la calidad microbiológica y fisicoquímica de aguas subterráneas ubicadas en los municipios de La paz y San Diego, Cesar. Tesis Microb. Valledupar, CO. Universidad popular del Cesar. 122 p.
11. Chong, A. 2010. Evaluación de la calidad del agua subterránea en el centro poblado menor la libertad, distrito de San Rafael, provincia de bellavista, región san Martín – Perú. Tesis Mag. Sc. Tarapoto, PE. Universidad nacional de San Martín Tarapoto. 76 p.
12. Corcho, FE; Duque, JI. 2005. Acueductos teoría y diseño: Pozos. Ed. L Correa. Medellín, CO. Universidad de Medellín. 640p.

13. Cumbre de Río. 1992. Agenda 21, Educación Ambiental. Cumbre de Río, Río de Janeiro, BR
14. Deutsch, WG; Duncan BL; Ruiz SS. 2003. Manual de certificación Básica, Monitoreo Físico-Químico del agua. Centro internacional de Acuicultura y Ambientes Acuáticos. Universidad de Auburn. Alabama, US.
15. DGSA (Dirección General de Salud Ambiental del Ministerio de Salud, PE). 2011. Reglamento de la calidad de agua para consumo humano DS N° 031-2010-SA. Lima, PE. ed. 44 p.
16. DISEPROSA (Diseños y proyectos reunidos, ES). S.f. Plantas de tratamientos de aguas (en línea). Madrid, ES. Consultado 10 oct. 2016. Disponible en [https://www.interempresas.net/FeriaVirtual/Catalogos\\_y\\_documentos/87264/Plantas\\_de\\_Tratamiento\\_de\\_Aguas.pdf](https://www.interempresas.net/FeriaVirtual/Catalogos_y_documentos/87264/Plantas_de_Tratamiento_de_Aguas.pdf)
17. EcuRed, CU. 2014. Aguas subterráneas (en línea). La Habana, CU. Consultado 5 oct. 2016. Disponible en [https://www.ecured.cu/Agua\\_subterr%C3%A1nea](https://www.ecured.cu/Agua_subterr%C3%A1nea)
18. Enfermedades de origen Hídrico. 2004. Enfermedades transmisibles por el agua.
19. Espinoza, C. 2004. Existencia y orígenes del agua subterránea (en línea). Santiago, CL. Universidad de Chile. Consultado 2 oct. 2016. Disponible en [https://www.ucursos.cl/ingenieria/2004/1/CI51J/1/material\\_docente/bajar?id\\_material=29066](https://www.ucursos.cl/ingenieria/2004/1/CI51J/1/material_docente/bajar?id_material=29066)
20. Fuentes JL. s.f. Aguas subterráneas: fuentes de contaminación (en línea). Madrid, ES. Consultado 5 de oct. 2016. Disponible en [http://www.mapama.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd\\_1992\\_01.pdf](http://www.mapama.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd_1992_01.pdf)

21. GAD (Gobierno Autónomo descentralizado de Montecristi, EC). 2016. Consultado 30 jul. 2016. Disponible en <http://www.gadmontecristi.gob.ec/>
22. Google Earth. 2016. Ubicación de Manantiales. Consultado 29 de ago. 2016. Disponible en <https://www.google.com.ec/intl/es/earth/>
23. IEE (instituto espacial ecuatoriano). 2011 disponible en <http://www.institutoespacial.gob.ec/>
24. INAMHI (instituto nacional de meteorología e hidrología, EC) 2015a. Hidrología en Manabí (en línea). Consultado 22 jul. 2016. Disponible en <http://www.serviciometeorologico.gob.ec/>
25. \_\_\_\_\_. 2015b. Introducción a la hidrología del Ecuador. Quito, Ec. 2 ed. 128p .
26. INEC (Instituto Nacional de Estadística y Censos, EC). 2010. Consultado 22 jul. 2016. Disponible en <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/>
27. Leonarte, TM; Fagundo JR. 2005. Calidad de las aguas subterráneas de Gerona y la Fé. Contribución a la Educación y la Protección Ambiental. 6(2005): 45-58
28. Marchand, EO. 2002. Microorganismos indicadores de la calidad de aguas de consumo humano en Lima Metropolitana. Tesis Blgo. Lima, PE. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. 71 p.
29. Marín, JC; Colina, G. 2013. Manual de prácticas de análisis de aguas y de residuos líquidos. La universidad del Zulia. Zulia, VE. 100 p.

30. Massol, A. s.f. Manual de ecología microbiana (en línea). Mayagüez, PR. Consultado 18 sep. Disponible en: <http://www.uprm.edu/biology/profs/massol/manual/p2-alcalinidad.pdf>
31. Mayorga, P. 2007. Arsenio en aguas subterráneas su transferencia al suelo y a la planta. PH.D. Tesis. Valladolid, ES. Universidad de Valladolid. 54 p.
32. Monge, C. 2004. La naturaleza del agua como recurso. Perspectiva social, económica e institucional de una gestión integral. In Congreso Ibérico sobre gestión y planificación del agua. (2004, Tortosa, ES).
33. Montecristi Alfaro. S.f. Manantiales historia, curiosidades, polémicas y más detalles. 2015. Montecristi, EC, mar: 4-5
34. Moreno, AR. 2011. El agua. Purificación y tratamientos para aguas naturales y residuales: tratamiento de potabilización (en línea). ES. Consultado 28 sep. 2016 Disponible en <http://www.mailxmail.com/curso-agua-purificacion-tratamiento-aguas-naturales-residuales-1-2/tratamientos-potabilizacion>
35. Montes de oca, JJ. 2009. Diagnóstico de calidad de agua en tres comunidades del Valle del Yeguaré, Francisco Morazán, Honduras. Tesis Ing. Zamorano, HN. Escuela Agrícola Panamericana. 39p.
36. MPS (Ministerio de la Protección Social, CO); MAVDT (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, CO). 2007. Resolución 2115. Decreto oficial No. 46.679 de 4 de julio de 2007.
37. Muñoz, E; Grau, M. 2013. Ingeniería Química (en línea). Madrid, ES. Consultado 10 de oct. 2016. Disponible en [https://books.google.com.ec/books?id=EES6nXZJbaMC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs\\_ge\\_summary\\_r&cad=0#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.ec/books?id=EES6nXZJbaMC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false)

38. Novo, M. 2009. La educación ambiental, una genuina educación para el desarrollo sostenible. Revista de Educación. Número extraordinario 2009: 195-217
39. NTE (Norma Técnica Ecuatoriana) INEN 2176. 1998. Agua. Calidad del agua. Muestreo. Técnicas de muestreo. Quito, EC. 10 p
40. NTE (norma técnica ecuatoriana). INEN 1108.2014. Agua potable requisitos. 5 ed. Quito, EC. 10p
41. OMS (Organización mundial de la salud, CH). 2006. Guías para la calidad del agua potable. 3 ed. v.1 398 p.
42. Ordoñez, JJ. 2011a. Aguas Subterráneas-Acuíferos. ed, Lima, PE. Editorial sociedad geografica de lima. 44p (cartilla tecnica). Fuente original Chereque W. 1989. Hidrología para estudiantes de Ingeniería Civil. Pontificia Universidad Católica del Perú
43. \_\_\_\_\_. 2011b. Ciclo hidrológico. 1ed, Lima, PE. Editorial Sociedad Geográfica de Lima. 44p (cartilla técnica)
44. OSE (Obras sanitarias del estado, UY). 2006. Norma interna de calidad de agua potable (en línea). Montevideo, UY. Consultado 5 nov. 2016 disponible en [http://www.ose.com.uy/descargas/reclutamiento/norma\\_interna\\_de\\_calidad\\_agua\\_potable\\_de\\_OSE.pdf](http://www.ose.com.uy/descargas/reclutamiento/norma_interna_de_calidad_agua_potable_de_OSE.pdf).
45. Ortega, E. 2009. La viabilidad de la cooperación regional para mitigar las consecuencias del calentamiento global. Caso. Unión Europea y América latina. Tesis Lcda. Ciudad de México, MX. Universidad nacional autónoma de México. 186 p.

46. Pacheco, J; Cabrera, A; Pérez, R. 2004. Diagnóstico de la calidad del agua subterránea en los sistemas municipales de abastecimiento en el Estado de Yucatán, México. Ingeniería. 8(2): 165-179
47. Padilla, F. 2009. Geología y morfología del terreno: Materiales geológicos en hidrogeología. La Coruña, ES. p 9-11. Fuente original: Drever, JI. 1997. The Geochemistry of Natural Waters. 3 Edición. Prentice Hall. 436 p.
48. Paguay, KL; Galarza DE. 2011. Análisis de pruebas de restauración de presión en yacimientos que producen por debajo del punto de saturación: Propiedades de las rocas y fluidos campo fict. Tesis Ing. Guayaquil, EC. Escuela Superior Politécnica del Litoral. 161p.
49. Payeras, A. S.f. Parámetros de calidad de las aguas de riego (en línea). Consultado 20 sep. 2016. Disponible en <http://www.bonsaimenorca.com/articulos/articulos-tecnicos/parametros-de-calidad-de-las-aguas-de-riego/>
50. PDOT (Plan de desarrollo y ordenamiento territorial de Montecristi, EC) 2014. Diagnostico Estratégico: La estructura y funcionamiento de la Situación Actual. V 1. 305p.
51. Perdomo, CH; Casanova, ON; Ciganda, VS. 2001. Contaminación de aguas subterráneas con nitratos y coliformes en el litoral sudoeste del Uruguay. Agrociencia. 5 (1): 10-22. Fuente original: Richrads, RP; Baker, BD; Creameer, NL; Kramer, JW1; Ewing, DE. Merryfield, BJ; wallrabenstein. 1996. Well wáter quality, well vulnerability. And agricultural contamination in the Midwestern United States. J. Environ. Qual. 25: 384-402
52. Pérez, F; Prieto, F; Rojas, A; Galán, CA; Marmolejo, Y; Romo, C; Castañeda, A; Rodríguez, JA; Barrado, E. 2003. Caracterización química



- de aguas subterráneas en pozos y un distribuidor de agua de Zimapán, Estado de Hidalgo, México. Hidrobiológica. 13 (2): 95-102.
53. Ponzio, MF. 2006. Agua subterránea, Análisis de la situación de Piamonte Sta Fe (en línea). Rosario, AR. Universidad nacional del Rosario. Consultado 5 nov. 2016. Disponible en [http://www.fbioyf.unr.edu.ar/evirtual/pluginfile.php/2802/mod\\_resource/content/0/11\\_Aguas\\_subterranas\\_protegido\\_.pdf](http://www.fbioyf.unr.edu.ar/evirtual/pluginfile.php/2802/mod_resource/content/0/11_Aguas_subterranas_protegido_.pdf).
54. Química del agua, ES. s.f. Amonio (en línea). Consultado 19 sep. 2016. Disponible en <http://www.quimicadelagua.com/Quimico.Amonio.html>
55. Ramírez, G; Farfán, A. 2016. Análisis de aguas: muestreo, determinación de parámetros físicos y químicos: (olor, color, conductividad, temperatura, sólidos, pH, alcalinidad, acidez, dureza total, dureza cálcica y magnésica, cloruros). Universidad distrital Francisco José de Caldas. Bogotá, CO.
56. Reasco, BA; Yar, BM. 2010. Evaluación de la calidad del agua para el consumo humano de las comunidades del cantón Cotacachi y propuesta de medidas correctivas. Tesis ing. Ibarra, EC. Universidad técnica del norte. 225p.
57. Reino, SJ. 2013. Estudio de las aguas subterráneas de la ciudad de Riobamba y sus zonas de influencia: línea base. Tesis Ing. Riobamba, EC. Escuela Superior politécnica de Chimborazo. 121 p.
58. Sánchez, FJ. 2011. El Ciclo Hidrológico (en línea). Salamanca, ES. Universidad de Salamanca. Consultado 23 sep. 2016. Disponible en: [http://ocw.usal.es/cienciasexperimentales/hidrologia/contenidos/01.Ciclo\\_hidrologico.pdf](http://ocw.usal.es/cienciasexperimentales/hidrologia/contenidos/01.Ciclo_hidrologico.pdf)
59. Sterling, G. 2010. Salinidad de agua potable (en línea). Neiva, CO. Consultado 5 nov. 2016. Disponible en <http://ghsterlingm.blogspot.com/search?updated-min=2010-01->

[01T00:00:00-08:00&updated-max=2011-01-01T00:00:00-08:00&max-results=2](#)

60. Suarez, DC. 2004. Fósforo total en agua por digestión acida, método del ácido ascórbico (en línea). Bogotá, CO. Consultado 5 nov. 2016 disponible en <http://www.ideam.gov.co/documents/14691/38155/F%C3%B3sforo+Total+en+Aqua+M%C3%A9todo+del+Acido+Asc%C3%B3rbico.pdf/bf2f449b-4b9b-4270-b77e-159258d653e2>
61. Tierra, FS. 2015. Evaluación de la calidad física, química y microbiológica del agua de consumo humano de la parroquia de San Luís, cantón Riobamba, provincia de Chimborazo. Tesis Bq.f. Riobamba, EC. Escuela superior politécnica de Chimborazo. 100p.
62. TULSMA (Texto unificado de legislación secundaria, del ministerio del ambiente, EC) Registró oficial N° 387, miércoles 4 de noviembre del 2015, acuerdo 097-A.
63. Valverde, OR. 2013. Utilización de un SIG en la evaluación de tierras para la selección y caracterización de áreas aptas para el cultivo de maíz (*Zea mays L.*) en el cantón Montecristi (Ecuador). Madrid, ES. Tesis Mag. Universidad Politécnica De Madrid. 86 p.
64. Vélez, MV. 1999. Hidráulica de aguas subterráneas: Otros orígenes del agua subterránea. Universidad nacional de Colombia. Medellín, CO. 2 ed. 32 p.
65. Yacelga, M. 2010. Factores de riesgo de morbilidad en los pobladores del barrio central de la parroquia de san pablo de lago, por el consumo de agua no potable con proceso de clorificación, durante el período de enero a octubre del 2010. Tesis Lic. Ibarra, EC. Universidad técnica del norte. 97 p

# ANEXOS

## Anexo 1.



**UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABI**  
Facultad de ciencias agropecuarias  
Carrera de ingeniería en recursos naturales y ambiente



## ENCUESTA

Localidad: \_\_\_\_\_

Nº de encuesta: \_\_\_\_\_

1. ¿Cree usted que el agua de pozo de la comuna es apta para el consumo humano?

Si

No

2. ¿Usted bebe el agua directamente del grifo?

Si

No

3. ¿Usted hierve el agua antes de beberla?

Si

No

4. ¿Para qué otros usos, utiliza el agua proveniente del pozo?

Riego y agricultura

Consumo domestico

Otros

5. ¿Conoce usted el grado de enfermedades por el consumo de agua no tratada?

Sí

No

**6. ¿Sabía usted que no existe ningún tratamiento en el agua que usted consume?**

Si

No

**7. ¿En qué aspectos afecta a la ciudadanía el consumo del agua no tratada?**

Turismo

Salud

Economía

Calidad De Vida

Otros.

**8. ¿Cree usted que debe de haber un sistema de potabilización del agua en la comuna?**

Si

No

**9. ¿Cree usted que las autoridades deben de hacer un monitoreo y evaluación de la calidad de agua que usted consume?**

Si

No

**10. ¿Cree usted que la falta de conciencia ambiental será punto negativo para el desperdicio del agua?**

Si

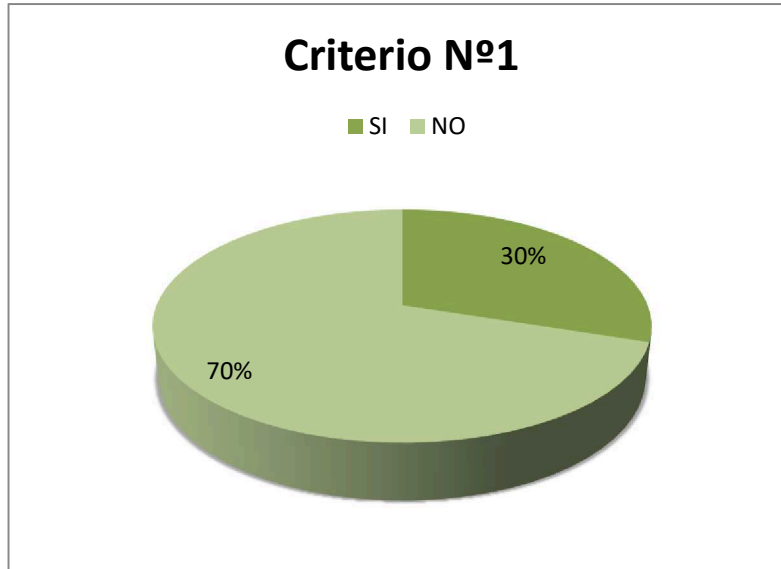
No

## Anexo 2.

### CRITERIO 1

¿Cree usted que el agua de pozo de la comuna es apta para el consumo humano?

Gráfico 30. Resultados de criterio N°1



Fuentes: Autores de investigación

La pregunta que se realizó en base a conocer si los habitantes que viven especialmente en la comuna de Manantiales, así como personas ligadas al sector suponen que el agua que consumen es apta para su consumo. Cada persona o habitante da su opinión desde su punto de vista.

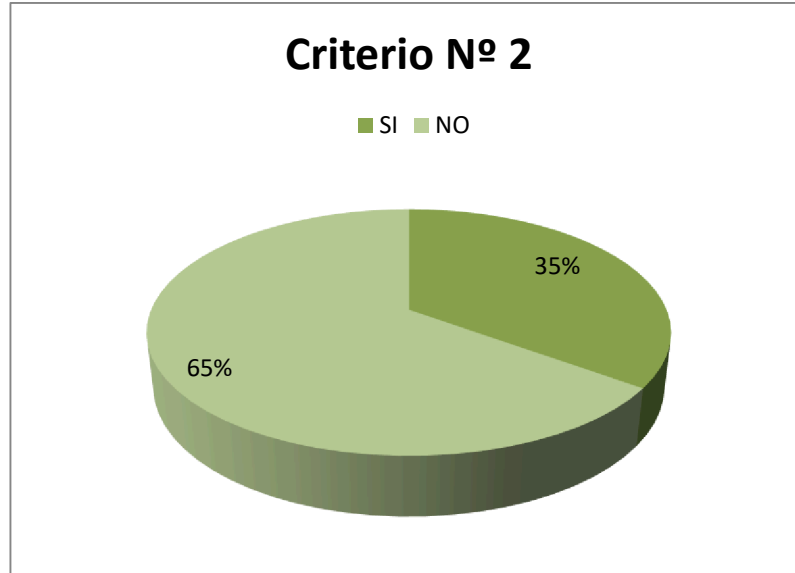
Como resultado de esta pregunta se obtuvo que el 70% de la población encuestada, determinó que el agua que están consumiendo no está apta para su consumo, argumentando su explicación. Lo que da lugar a que el otro 30% de una opinión diferente, considerando que el agua que están consumiendo si es apta para su consumo argumentando que no les ha afectado.

En ambos casos los habitantes consideran que el agua que llega a sus hogares es su única fuente vital, para su alimentación y aseo, dando lugar a su única opción de consumo.

## CRITERIO 2

¿Usted bebe el agua directamente del grifo?

Gráfico 31. Resultados de criterio N°2



Fuentes: Autores de investigación

Se consideró esta pregunta como directa hacia la afectación del sistema humano, provocando enfermedades estomacales. Debido a que será necesario saber si el agua que está consumiendo la población lo hace directamente del grifo de su casa

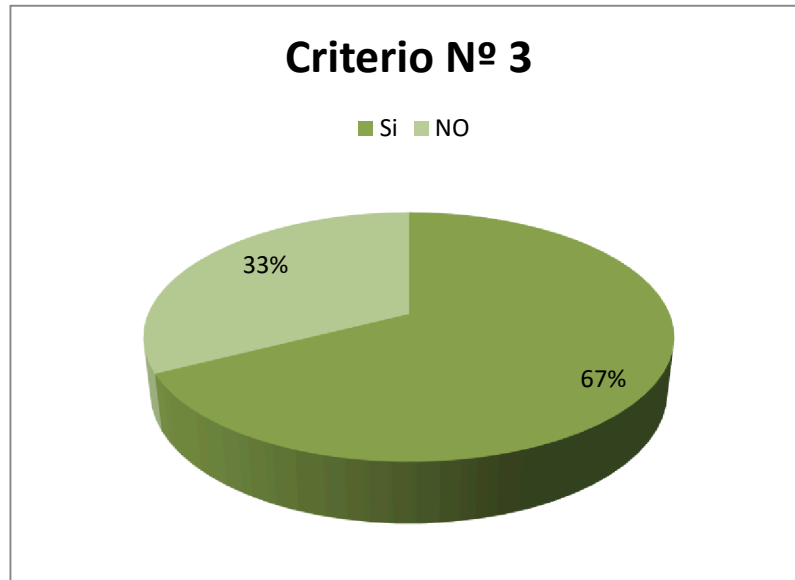
Efecto de esto se obtiene que el 65% de la población encuestada, no beben agua proveniente directamente del grifo, y el 35% si lo hacen.

Ellos indican que consumen agua embotellada de bidón, cuando hay la posibilidad de comprarla, o si no por otro método cuestionada en la pregunta siguiente. El otro porcentaje de personas, indicaron que a veces no tienen acceso a esta agua embotellada, ya sea por costumbre, precio monetario, o porque se encuentran trabajado en sus cultivos y es el único líquido vital que gozan.

### CRITERIO 3

¿Usted hierve el agua antes de beberla?

Gráfico 32. Resultados de criterio N°3



Fuentes: Autores de investigación

Como cada persona da su justificativo necesario para saber si las personas antes de beber el agua le dan un tratamiento, ya sea este hirviéndola, antes de consumirla directamente, memorando así su riesgo a patógenos extraños, que puedan perjudicar su salud.

El 68% de los encuestados respondieron que efectivamente ellos utilizan una olla para hervir el agua, y así poder beberla, mientras que el otro 32% no lo consideran necesario.

Como ya lo mencionábamos anteriormente esto se da cuando a veces no se cuenta con el recurso económico o con el factor tiempo para comprar un bidón de agua, o simplemente como consideran algunas personas no se acostumbran al sabor del agua embotellada.

Esto se mantiene casi en los mismos rangos de los criterios anteriores 1 y 2 donde el 70% y el 65% respectivamente creen que el agua no es apta para su consumo, donde una o dos personas no lo consideran imprescindible.

## CRITERIO 4

¿Para qué otros usos, utiliza el agua proveniente del pozo?



Esta pregunta hace referencia a la utilización del recurso que le dan los habitantes de Manantiales, donde se considera el consumo doméstico como toda utilización del agua que se le dé en el hogar como alimentación, aseo personal, limpieza de viviendas y lavado de ropa. Y riego y agricultura a el agua que se utilice para este fin en los cultivos.

De esto se obtuvo que el 72.5% de la población utilizan el agua para todos sus quehaceres domésticos, mientras que el 22.5% utilizan el agua para regar sus cultivos y huertos que es lo que se evidencia en esta zona, y del resto solo el 5% la utilizan el agua para otros fines, entre ellos como partes de alimentación a los animales o fuente de ingreso como venta de agua para otras comunidades.

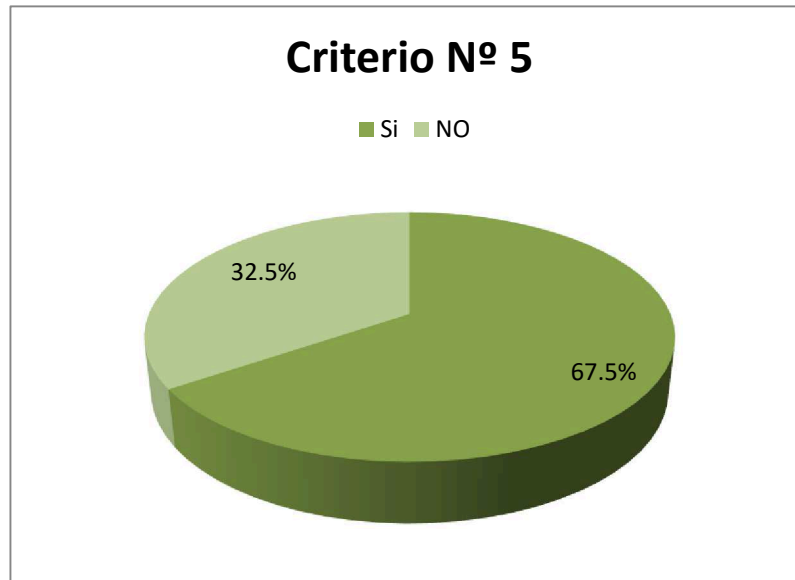
Como la mayoría de habitantes el agua se utiliza para un mismo fin necesidades básicas del hombre y del hogar. Pero en Manantiales tiene otra característica según el PDOT de Montecristi esta es zona apta para el cultivo gracias a la disponibilidad de agua, también existen personas que venden esta agua a otras comunidades y sacar un fin de lucro.



## CRITERIO 5

¿Conoce usted el grado de enfermedades por el consumo de agua no tratada?

Gráfico 34. Resultados de criterio N°5



Fuentes: Autores de investigación

Varias personas en la comuna de Manantiales están de acuerdo a que el agua que están consumiendo no es apta para su consumo, donde se establece esta pregunta para saber si conocen realmente cual sería el grado de enfermedades que pudieran padecer a causa de esta agua.

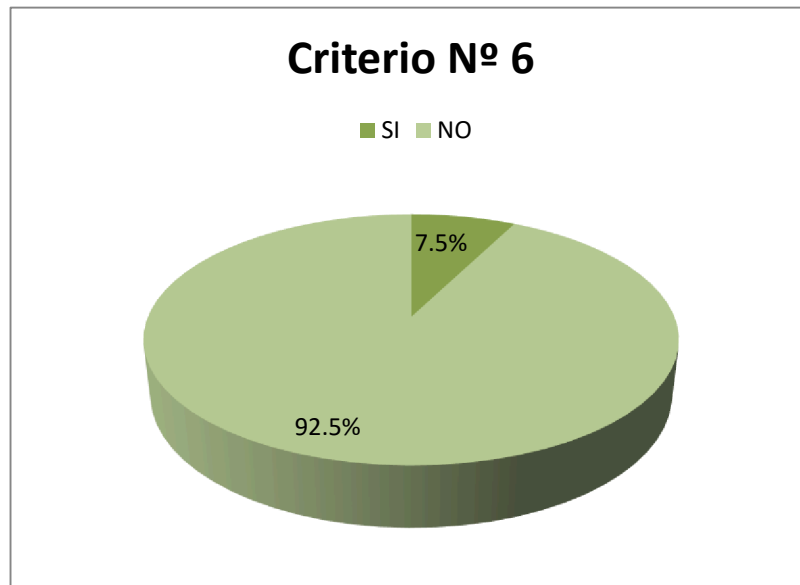
El 67.5% conocen el grado o nivel de enfermedades que pudieran padecer y de esto el 32.5% desconocen el grado o número de enfermedades que conseguirían enfermar, pero saben que en algún tiempo podrían enfermar, donde dicen ellos que es su único líquido vital por lo tanto lo siguen consumiendo.

De las personas encuestadas, la población cree haberse enfermado en alguna ocasión por este recurso, puesto que sentían un sabor extraño y posteriormente síntomas de infección estomacal después de haber ingerido directamente este recurso, otros por lo contrario no han sentido ninguna molestia ni afectaciones.

## CRITERIO 6

**¿Sabe usted que no existe ningún tratamiento en el agua que usted consume?**

Gráfico 35. Resultados de criterio N°6



Fuentes: Autores de investigación

Conociendo la disponibilidad de agua actualmente en la comuna, el municipio de Montecristi demuestra un interés en la potabilización de esta agua, pero de alguna otra manera no se lo ha podido gestionar tanto por consecuencias políticas, falta de recursos económicos o la idiosincrasia de la población de Manantiales.

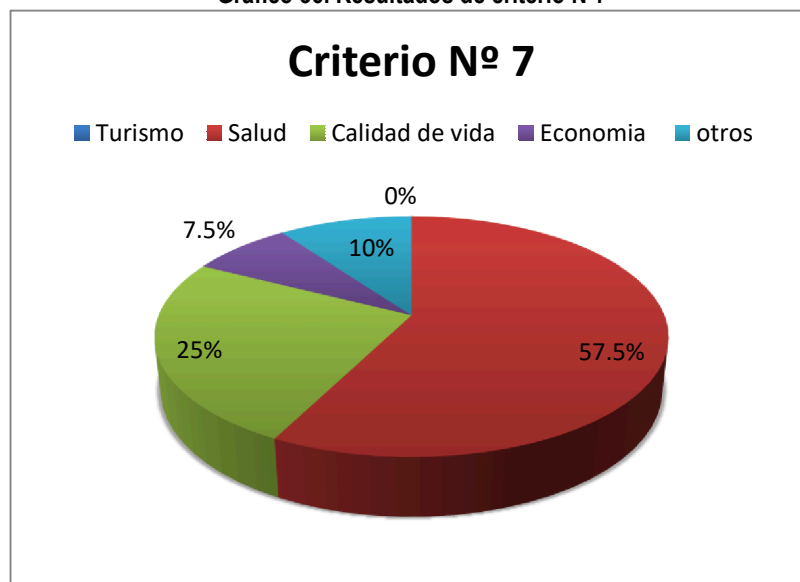
De lo antes expuesto resulta que el 92.5% de la población, acepta no saber de ningún tratamiento en esta agua y el 7.5% creen que cuando existía el antiguo y extinto CRM (Corporación Reguladora del Manejo Hídrico de Manabí), este se encargaba de la calidad del agua que ellos consumían del mismo pozo.

La intención de todos es brindar un agua segura para la comunidad y que no afecte la salud de las personas, sin relegar las funciones útiles del pozo. Donde la comunidad se tiene que unir por un mismo fin para obtener un mayor beneficio.

## CRITERIO 7

¿En qué aspectos afecta a la ciudadanía el consumo del agua no tratada?

Gráfico 36. Resultados de criterio N°7



Fuentes: Autores de investigación

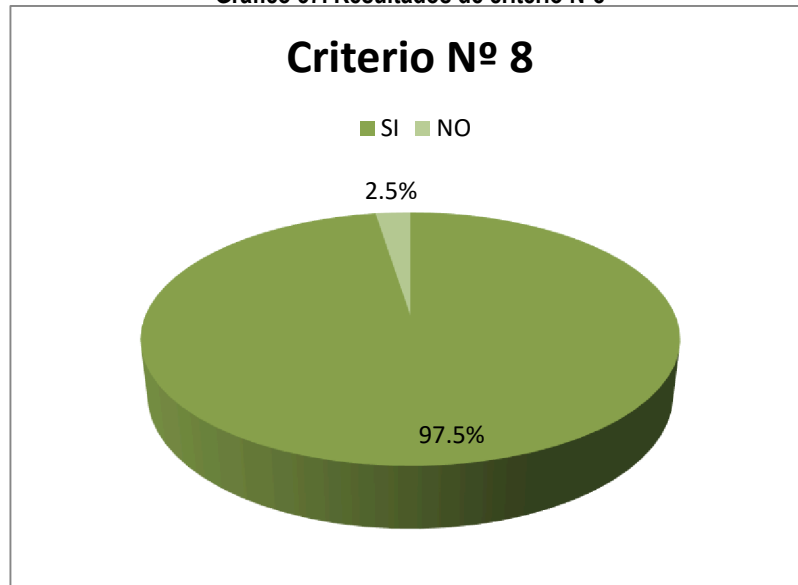
Dentro de estos aspectos los que mayor sufren son las personas y familias más vulnerables, se tiene en cuenta esta pregunta para saber cómo la comunidad considera su afectación o en que les está perjudicando, el no contar con agua potabilizada.

En cuanto a la pregunta la población respondió que el 57.5% piensa que se ven afectados directamente a la salud, especialmente de los más pequeños, el 25% indicó que se ve afectado su calidad de vida global, el 7.5% creen que la economía ha bajado, directa o indirectamente, debido a que sustentan su economía en este recurso. El 10% piensa que son otros factores los que se ven involucrados como se mencionaba la integridad de la comuna, por cuestiones políticas. Y el 0% no pensó que se ve afectado el turismo, por el motivo que esta zona no se considera turística. Esto se ha visto reflejado en la población, el índice de crecimiento de enfermedades y la controversia agravante por cuestiones políticas y de territorio.

## CRITERIO 8

¿Cree usted que debe de haber un sistema de potabilización del agua en la comuna?

Gráfico 37. Resultados de criterio N°8



Fuentes: Autores de investigación

Un sistema de potabilización es un método que beneficiaría a todos, y existe mucha expectativa cuando se habla de este tema ya que es el júbilo de muchos es tener un agua segura. Por eso se considera si desearían un sistema de potabilización de agua

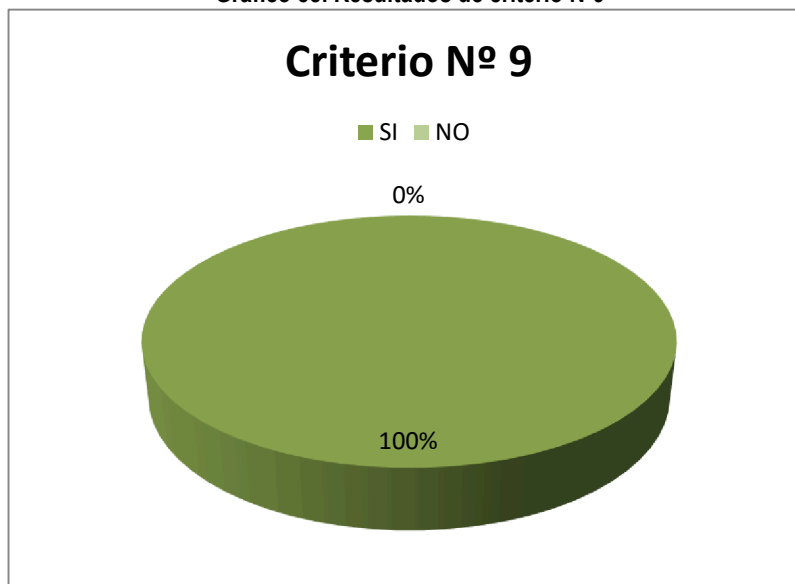
El 97.5% de la comunidad encuestada respondió que, si desearían tener una planta potabilizadora, así se sentirían mucho mejor al saber que esta agua ya tiene un tratamiento. Por lo contrario, solo el 2.5% de la población encuestada no creen que sea necesario un sistema de potabilización. Esto se puede considerar por cuestiones políticas.

La Potabilización del agua en general es un sistema que beneficiaría a todos, para buscar un bien común y es el bienestar y la calidad de vida de todos los habitantes.

## CRITERIO 9

**¿Cree usted que las autoridades deben de hacer un monitoreo y evaluación de la calidad de agua que usted consume?**

Gráfico 38. Resultados de criterio N°9



Fuentes: Autores de investigación

Cuando las autoridades locales y nacionales intervienen hay diferentes opciones, tanto las locales como la Dirección de agua potable de Montecristi y la SENAGUA a nivel nacional. Como parte del hecho de que Manantiales es territorio de Montecristi en límites establecidos, la empresa de agua potable de Montecristi brinda sus servicios,

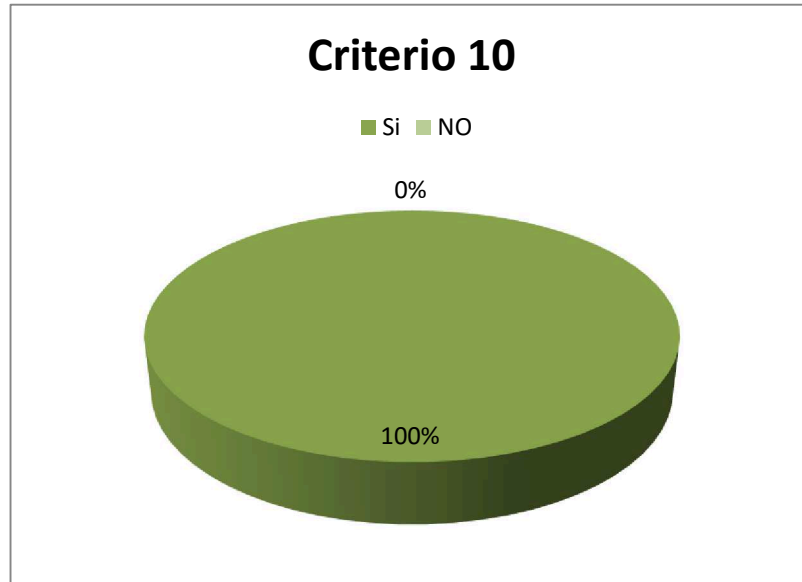
Ante la formulación de esta pregunta, el 100% de los encuestados creen que se debe de realizar un monitoreo constante de este recurso. Además, indican que es necesario tener mejor mantenimiento de las tuberías y de las válvulas.

Durante la investigación de este proyecto. Se conoció que la gestión para la creación de la obra del pozo y las tuberías fue realizada por el antiguo CRM, ahora en la actualidad conocida como SENAGUA, sin embargo, el agua potable de Montecristi ha tomado la dirección de este bien aproximadamente hace 4 años, donde se propone la creación de una planta potabilizadora en esta zona.

## CRITERIO 10

¿Cree usted que la falta de conciencia ambiental será punto negativo para el desperdicio del agua?

Gráfico 39. Resultados de criterio N° 10



Fuentes: Autores de investigación

Si bien se conoce que la educación ambiental, es la acción para la educación en relación con el hombre y la naturaleza y se debe sociabilizar mediante propuestas. Y que es la base de la solución de algunos problemas, tanto por la contaminación, el desperdicio del agua, los usos y racionalización etc.

El 100% de los encuestados consideraran que deben de tener charlas, pero sobretodo practica de educación ambiental, no solo para el agua, si no de manera global y así todos poder aportar, porque la solución y responsabilidad para un bienestar común es de todos.

Evidentemente se tiene las mejores intenciones, pero la realidad es otra, no se ha hecho demasiado. Consecuentemente a esto se debe de empezar a poner en práctica, lo que se menciona, con todas las instituciones y departamentos que quieran aportar.

### ANEXO 3.

Tabla 27. Criterios de calidad para aguas de consumo humano y uso doméstico, Normas Tulsma <sup>2</sup>

Parámetros	Expresado como	Unidad	Límite máximo permisible
<b>Aceites y grasas</b>	Sustancias solubles en hexano	mg/l	0,3
<b>Arsenio</b>	As	mg/l	0.1
<b>Bario</b>	Ba	mg/l	1
<b>Cadmio</b>	Cd	mg/l	0,02
<b>Cianuro</b>	CN <sup>-</sup>	mg/l	0,1
<b>Cobre</b>	Cu	mg/l	2
<b>Color</b>	Color real	Unidades de platino cobalto	75
<b>Cromo hexavalente</b>	Cr <sup>+6</sup>	mg/l	0.05
<b>Fluoruro</b>	F	mg/l	1,5
<b>Demanda química de oxígeno</b>	DQO	mg/	<4
<b>Demanda bioquímica de oxígeno (5 días)</b>	DBO <sub>5</sub>	mg/l	<2
<b>Hierro total</b>	Fe	mg/l	1.0
<b>Mercurio</b>	Hg	mg/l	0,006
<b>Nitratos</b>	No <sub>3</sub>	mg/l	50
<b>Nitritos</b>	No <sub>2</sub>	mg/l	0.2
<b>Potencial Hidrogeno</b>	pH	Unidades de pH	6-9
<b>Plomo</b>	Pb	mg/l	0.01
<b>Selenio</b>	Se	mg/l	0.01
<b>Sulfatos</b>	So <sub>4</sub>	mg/l	500
<b>Hidrocarburos totales de petróleo</b>	TPH	mg/l	0.2
<b>Turbiedad</b>	Unidades nefelométrías de turbiedad	UNT	100.0

Fuente: Normas TULSMA, 2015

<sup>2</sup> **Nota:** Podrán usarse aguas con turbiedades y coliformes fecales ocasionales superiores a los Indicados en esta Tabla, siempre y cuando las características de las aguas tratadas sean Entregadas de acuerdo con la Norma INEN correspondiente

## ANEXO 4.

Tabla 28. Características físicas, inorgánicas y radiactivas, Normas INEN: 1108

Parámetro	Unidad	Límite máximo permitido
<b>Características físicas</b>		
Color	Unidad de color aparente	15
Turbiedad	NTU	5
Olor	---	No objetable
Sabor	---	No objetable
<b>Inorgánicos</b>		
Antimonio, Sb	mg/l	0.02
Arsénico, As	mg/l	0.01
Bario, Ba	mg/l	0.7
Boro, B	mg/l	2.4
Cadmio; Cd	mg/l	0.003
Cianuro, CN	mg/l	0.07
Cloro libre residual	mg/l	0.3 a 1.5
Cobre, Cu	mg/l	2.0
Cromo, Cr	mg/l	0.05
Fluoruros	mg/l	1.5
Mercurio. Hg	mg/l	0.006
Níquel, Ni	mg/l	0.07
Nitratos, NO <sub>3</sub>	mg/l	50
Nitritos, NO <sub>2</sub>	mg/l	3.0
Plomo. Pb	mg/l	0.01
Radiación total, $\alpha$	Bg/l	0.5
Radiación total, $\beta$	Bg/l	1.0
Selenio, Se	mg/l	0.04

Fuente: Normas INEN: 1108:2014 agua potable. Requisitos



## Anexo 5.

Tabla 29. Tabla comparativa de normas INEN con el TULAS

PARAMETRO	UNIDAD	INEN	TULSMA
Color	unidad de color aparente	15	75
Turbiedad	NTU	5	100
Olor	-	no objetable	no objetable
Sabor	-	no objetable	no objetable
potencial de hidrogeno, pH	unidades de pH	-	6 - 9
<i>grasas y aceites</i>	mg/l	-	0,3
Antimonio, Sb	mg/l	0,02	-
Arsénico, As	mg/l	0,01	0,1
Bario, Ba	mg/l	0,7	1
Boro, B	mg/l	2,4	-
Cadmio; Cd	mg/l	0,003	0,02
Cianuro, Cn	mg/l	0,07	0,1
Cloro libre residual	mg/l	0.3 a 1,5	-
Cobre, Cu	mg/l	2	2
Cromo, Cr	mg/l	0,05	0,05
Fluoruro, F	mg/l	1,5	1,5
Mercurio. Hg	mg/l	0,006	0,006
Níquel, Ni	mg/l	0,007	-
Nitratos, NO <sub>3</sub>	mg/l	50	50
Nitritos, NO <sub>2</sub>	mg/l	3	0,2
Plomo. Pb	mg/l	0,01	0,01
Selenio, Se	mg/l	0,04	0,01
Hierro total, Fe	mg/l	-	1
Mercurio, Hg	mg/l	-	0,006
sulfatos, So <sub>4</sub>	mg/l	-	500
Radiación total, α	bg/l	0,5	-
Radiación total, β	bg/l	1	-
Coliformes fecales, NMP	NMP/100 ml	-	1000
Demanda bioquímica de oxígeno, DBO 5	mg/l	-	<2
Demanda química de oxígeno, DQO	mg/l	-	<4
Hidrocarburos totales de petróleo	mg/l	-	100

Fuente: Normas Inen y Tulas

## Anexo 6.


Tabla 30. Promedio de los parámetros físico químicos y microbiológicos en punto 1 (pozo)

POZO	Fecha	Temperatura	pH	TDS (PPM)	Conductividad (µS)	Alcalinidad	Turbidez (NTU)	Salinidad (mg/L)	Dureza CaCO3 (mg/l)	Amonio NH4 (mg/l)	Ortofosfato (mg/l)	Cloro total	Coliformes Totales
semana 1	22-ago-16	25,22	8,04	900	1598	610	5,9	800	480	0,48	0,32	0,02	90
	22-ago-16	25,3	7,97	908	1516	590	6,1	798	520	0,52	0,34	0,02	90
	22-ago-16	25,3	8,05	903	1502	590	6,1	798	472	0,52	0,34	0,03	90
semana 2	29-ago-16	25	8,30	963	1550	540	5,9	732	520	0,52	0,32	0,03	89
	29-ago-16	25,2	8,41	947	1493	530	5,9	736	532	0,52	0,32	0,02	89
	29-ago-16	25,26	8,43	947	1493	540	5,8	741	530	0,49	0,31	0,03	89
semana 3	5-sep-16	25,6	8,89	930	1498	620	5,9	732	586	0,62	0,33	0,02	91
	5-sep-16	25,54	8,90	931	1520	620	5,8	736	589	0,62	0,33	0,02	91
	5-sep-16	25,52	9,02	930	1526	603	5,9	734	581	0,61	0,32	0,02	91
<b>Promedio</b>		<b>25,33</b>	<b>8,45</b>	<b>929</b>	<b>1522</b>	<b>583</b>	<b>5,9</b>	<b>756</b>	<b>534</b>	<b>0,54</b>	<b>0,33</b>	<b>0,02</b>	<b>90,00</b>

Fuentes: Autores de investigación

## Anexo 7.

Tabla 31. Resultados de análisis Intal



**INDUSTRIAS TECNOLÓGICAS ÁLVAREZ**  
**INTAL CIA. LTDA**

**REPORTE DE ANÁLISIS DE AGUA**

**DATOS DE LA MUESTRA**  
 Procedencia: Manantiales-Montecristi  
 Fecha y hora de la recolección: 9 de febrero del 2016 11:20 AM Fecha y hora del análisis: \_\_\_\_\_  
 Tipo de fuente;  superficial  río  pozo  otros  
 Analizada por: \_\_\_\_\_ INTAL CIA. LTDA.

**ANALISIS**

**1) CARACTERÍSTICAS FÍSICAS**

PARAMETRO	EXPRESA DO COMO	LIMITE PERMISIBLE	MUESTRA 1 AGUA CRUDA	MUESTRA 2 AGUA TRAT.	MUESTRA 3
Ph	Unidades	6,5 -8,5	7,4		
Color	UCV	15	10		
Turbidez	N.T.U	5	6,8		
Temperatura	°C		24		
Solidos totales disueltos	mg / l	1000	950		
Conductividad	Us / cm	400	1250		

**2) CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS**


PARAMETRO	EXPRESA DO COMO	LIMITE PERMISIBLE	MUESTRA 1 AGUA CRUDA	MUESTRA 2 AGUA TRAT.	MUESTRA 3
Acl. Total (caCO3)	mg / l		700		
Dureza total (caCO3)	mg / l		650		
Dureza cálcica (caCO3)	mg / l				
Dureza magnésica (caCO3)	mg / l				
Cloro residual	mg / l	0,3 a 1,5	0,05		
Hierro total (Fe3)	mg / l				
Amoniaco (NH3)	mg / l	0,5			
Manganeso (Mn)	mg / l				
Nitratos (NO3)	mg / l	50	56		
Nitritos (NO2)	mg / l	3	2,6		
Flúor (F)	mg / l	1,5			
Fosfatos (PO4)	mg / l	0,3			
Cloruros (Cl)	mg / l	250			
Sulfatos (SO4)	mg / l	400			


**3) ANALISIS MICROBIOLÓGICO**

PARAMETRO	EXPRESA DO COMO	LIMITE PERMISIBLE	MUESTRA 1 AGUA CRUDA	MUESTRA 2 AGUA TRAT.	MUESTRA 3
Bacteria	UFC / 100	0			
Coliformes totales	UFC / 100	< 1	210		
Coliformes fecales	UFC / 100	< 1	140		

OBSERVACION: \_\_\_\_\_

FIRMA DE RESPONSABILIDAD

  
 LABORATORISTA  
 Eloy Yépez Navarrete  
 LABORATORISTA  
 INTAL



Fuente: Dirección agua potable Montecristi

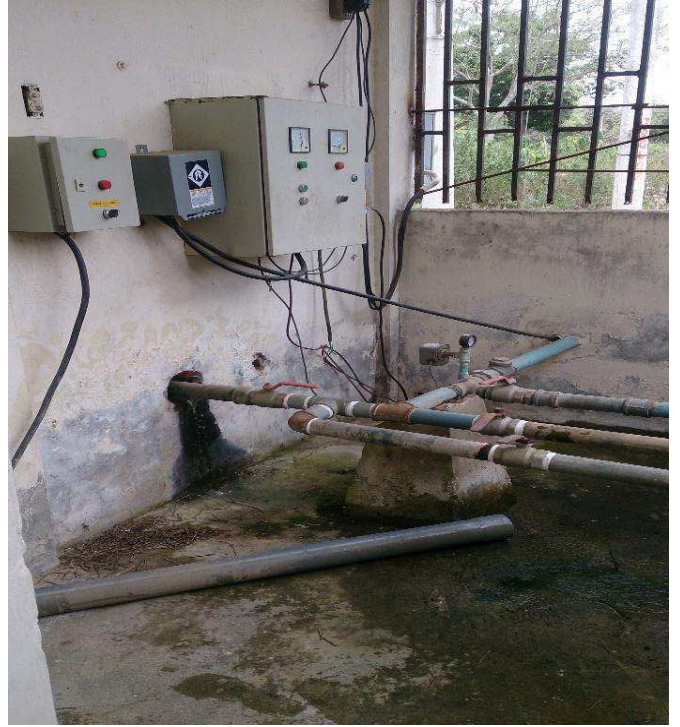
## Anexo 8.

Imagen 2. Visualización del pozo Manantiales, ubicado en la zona céntrica de la comuna, donde se puede observar al investigador realizado una entrevista al administrador del agua



Fuente: Autores de la investigación

Imagen 1. Visualización del Sistema de bombeo del pozo, donde se pueden observar las bajas condiciones de mantenimiento del sistema



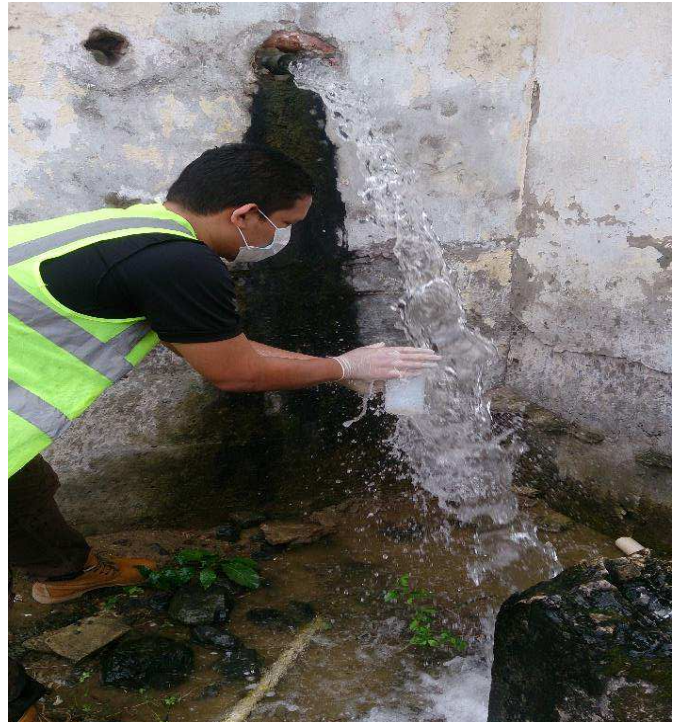
Fuente: Autores de la investigación

Imagen 3. Visualización de la estación de bombeo del pozo, conjunto con los autores de la investigación



Fuente: Autores de la investigación

Imagen 4. Momento en que el investigador toma la muestra en el punto del pozo por medio de una válvula de salida.



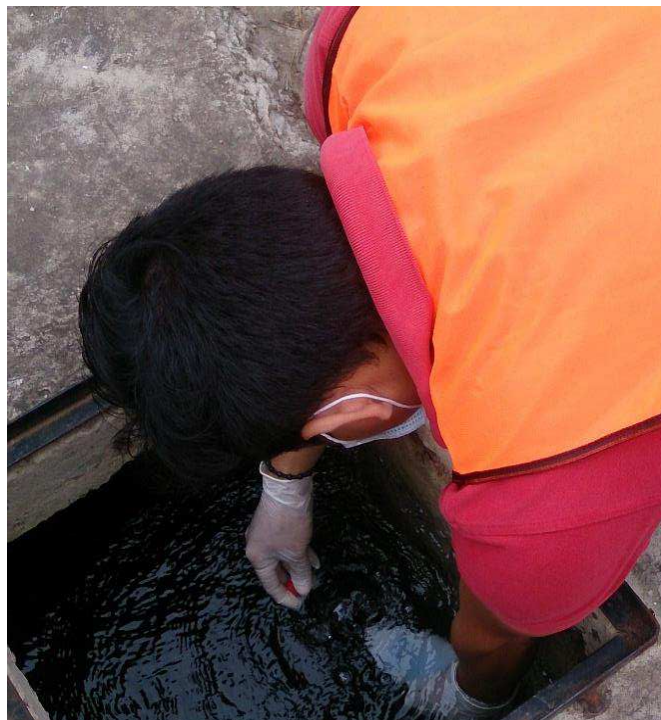
Fuente: Autores de la investigación

**Imagen 5. Visualización del tanque de almacenamiento, ubicado en el sector la salida, donde se puede observar las condiciones deficientes, falta de limpieza**



**Fuente: Autores de la investigación**

**Imagen 6. Momento en que el investigador toma la muestra en el punto del tanque de almacenamiento**



**Fuente: Autores de la investigación**

**Imagen 7. Visualización frontal de la casa donde se obtuvo la muestra del grifo, para consumidor final, donde se puede visualizar la infraestructura**



**Fuente: Autores de la investigación**

**Imagen 8. Momento en que el investigador toma la muestra en el punto del grifo y se visualiza la parte posterior de la vivienda**



**Fuente: Autores de la investigación**

**Imagen 9. Visualización del antiguo pozo de manantiales del cual se suministraba agua antes de la creación de la estación de bombeo**



**Fuente: Autores de la investigación**

**Imagen 10. Recolección de las muestras en el pozo (derecha) y el tanque de almacenamiento (izquierda)**



**Fuente: Autores de la investigación**

**Imagen 11. Momento en que el autor realiza encuesta en el sector del dispensario de salud, encuesta N° 3**



**Fuente: Autores de la investigación**

**Imagen 12. Visualización del centro de salud de Manantiales, donde se obtuvieron datos para la investigación**



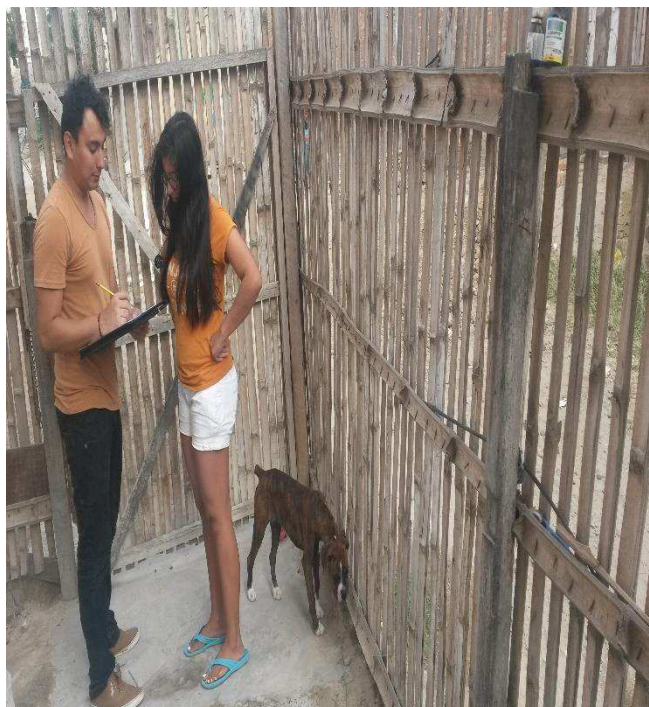
**Fuente: Autores de la investigación**

**Imagen 13. Visualización de una letrina, ubicada a pocos metros del pozo de Manantiales**



**Fuente: Autores de la investigación**

**Imagen 14. Momento en que el investigador realiza encuesta en las viviendas del sector Montalvo, encuesta N° 24**



**Fuente: Autores de la investigación**

**Imagen 15. Visualización de etiquetado y preservación de la muestra recolectada en la zona de estudio**



**Fuente: Autores de la investigación**

**Imagen 16. Carretera secundaria de Manantiales sector la salida, donde se puede observar las condiciones actuales de la vía.**



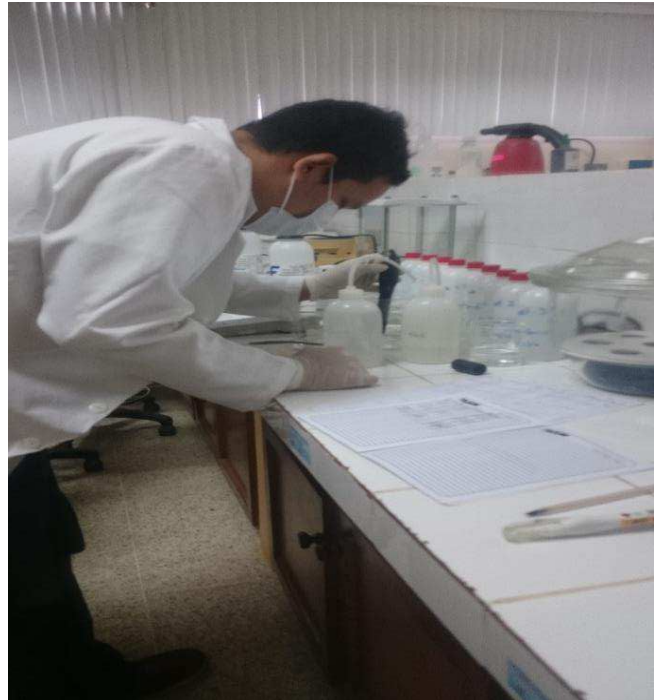
**Fuente: Autores de la investigación**

Imagen 17. Preparación de caldo lactosado para análisis de coliformes Totales en el laboratorio de la facultad de ciencias Agropecuaria



Fuente: Autores de la investigación

Imagen 18. Momento en el que el investigador analiza el pH por medio de equipo electrodo.



Fuente: Autores de la investigación

Imagen 19. Visualización de las muestras obtenidas en la comuna de manantiales pozo, tanque y grifo semana 1



Fuente: Autores de la investigación

Imagen 20. Preparación de las soluciones para análisis de alcalinidad



Fuente: Autores de la investigación



**Imagen 21. Momento en el que el investigador, realiza análisis de cloro en la facultad de ciencias agropecuarias.**



**Fuente: Autores de la investigación**

**Imagen 22. Análisis de medición de TDS en equipo multiparametro en los laboratorios de la facultad de ciencias agropecuarias**



**Fuente: Autores de la investigación**